ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО

ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ГОСТ Р 55260.1.4— 2012**

## Гидроэлектростанции

### Часть 1-4

# СООРУЖЕНИЯ ГЭС ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ

## Общие требования по организации и проведению мониторинга

Издание официальное

Москва
Стандартинформ
2015

gost.e-ecolog.ru

## Предисловие

1 ПОДГОТОВЛЕН Открытым акционерным обществом «Научно-исследовательский институт энергетических сооружений» (ОАО «НИИЭС»)

2 ВНЕСЕН Техническим комитетом по стандартизации ТК 330 «Процессы, оборудование и энергетические системы на основе возобновляемых источников энергии»

3 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 ноября 2012 г. № 1354-ст

4 ВВЕДЕН ВПЕРВЫЕ

*Правила применения настоящего стандарта установлены в ГОСТ Р 1.0—2012 (раздел 8). Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодном (по состоянию на 1 января текущего года) информационном указателе «Национальные стандарты», а официальный текст изменений и поправок — в ежемесячном информационном указателе «Национальные стандарты». В случае пересмотра (замены) или отмены настоящего стандарта соответствующее уведомление будет опубликовано в ближайшем выпуске ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты». Соответствующая информация, уведомление и тексты размещаются также в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет (*gost.e-ecolog.ru

© Стандартинформ, 2015

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии

## Содержание

1 Область применения . . . 1
2 Нормативные ссылки . . . 2
3 Термины и определения . . . 2
4 Сокращения . . . 5
5 Основные требования по мониторингу и оценке технического состояния гидротехнических сооружений . . . 6
6 Организация мониторинга гидротехнических сооружений в период эксплуатации . . . 7
7 Диагностические показатели и критерии безопасности гидротехнических сооружений . . . 8
7.1 Выбор элементов диагностирования . . . 8
7.2 Выбор диагностических показателей . . . 8
7.3 Назначение критериев безопасности гидротехнических сооружений . . . 10
8 Требования по организации и составу наблюдений в системе мониторинга гидротехнических сооружений . . . 12
8.1 Общие требования к наблюдениям . . . 12
8.2 Организация наблюдений на гидротехнических сооружениях . . . 12
8.3 Состав инструментальных наблюдений в режиме мониторинга . . . 13
8.4 Состав визуальных наблюдений на гидротехнических сооружениях в режиме мониторинга . . . 13
8.5 Освидетельствование и обследование гидротехнических сооружений . . . 14
9 Требования по оснащению эксплуатируемых гидротехнических сооружений техническими средствами мониторинга . . . 15
9.1 Контрольно-измерительная аппаратура . . . 15
9.2 Информационно-диагностические системы мониторинга гидротехнических сооружений . . . 16
9.3 Автоматизированная система диагностического контроля гидротехнических сооружений . . . 18
10 Требования по периодичности регулярных наблюдений (мониторинга) гидротехнических сооружений . . . 20
11 Требования по обработке и интерпретации данных мониторинга . . . 21
12 Анализ и оценка технического состояния гидротехнических сооружений по данным мониторинга . . . 22
13 Требования к отчетной документации результатов мониторинга . . . 26
14 Специальные требования по мониторингу гидротехнических сооружений при нормальных условиях их эксплуатации . . . 27
15 Специальные требования по мониторингу гидротехнических сооружений в условиях стихийных явлений и предаварийных ситуаций . . . 28
16 Мониторинг окружающей среды в границах влияния гидротехнических сооружений . . . 29
17 Порядок ввода в эксплуатацию технических средств системы мониторинга . . . 29
18 Требования по использованию данных мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений в практике их эксплуатации . . . 29
19 Требования к построению системы геодинамического мониторинга . . . 30
19.1 Определение диагностических показателей и критериев безопасности гидротехнических сооружений . . . 30
19.2 Основные виды режимных геодинамических наблюдений . . . 30
19.3 Измерительные средства геодинамических наблюдений, измерительные и информационно-коммуникационные системы геодинамических полигонов . . . 31
19.4 Типовые методики и периодичность различных видов режимных наблюдений . . . 32
19.5 Типовые методики обработки данных режимных геодинамических наблюдений . . . 33
19.6 Представление данных геодинамического мониторинга . . . 34
19.7 Организация эксплуатации и обслуживания геодинамического полигона . . . 34
Приложение А (обязательное) Классы гидротехнических сооружений . . . 38
Приложение Б (рекомендуемое) Определение критериальных значений состояния гидротехнических сооружений . . . 40
Приложение В (рекомендуемое) Состав основных средств систем мониторинга гидротехнических сооружений . . . 42
Приложение Г (рекомендуемое) Формы таблиц представления результатов экспресс-анализа технического состояния гидротехнического сооружения . . . 43
Приложение Д (обязательное) Режимы функционирования геодинамических полигонов . . . 44
Библиография . . . 47

## Введение

Настоящий стандарт разработан в соответствии с требованиями Федерального закона от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ «О техническом регулировании».

Настоящий стандарт разработан в целях формирования единых для гидроэлектростанций организационных и технических требований по проведению мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений в процессе их эксплуатации. В настоящий стандарт включены апробированные многолетним опытом и широко используемые на практике организационные, методические и технические требования к средствам контроля, наблюдениям, оценке технического состояния гидротехнических сооружений всех классов ответственности.

Требования настоящего стандарта основаны на основных положениях Федерального закона от 21 июня 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений» и соответствуют требованиям нормативных документов федеральных органов исполнительной власти, уполномоченных в области безопасности гидротехнических сооружений. При разработке настоящего стандарта использованы требования нормативных технических документов, действующих в области применения настоящего стандарта. Указанные требования актуализированы применительно к современным условиям реализации задач мониторинга и оценки технического состояния гидротехнических сооружений гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Гидроэлектростанции**

**Часть 1-4**

# СООРУЖЕНИЯ ГЭС ГИДРОТЕХНИЧЕСКИЕ

**Общие требования по организации и проведению мониторинга**

Hydro power plants. Part 1-4. Hydraulic engineering constructions of hydroelectric power stations. The general requirements to the organization and realization of monitoring

**Дата введения — 2014—07—01**

## 1 Область применения

1.1 Настоящий стандарт устанавливает нормы и требования по:

- организации и проведению регулярных наблюдений (мониторинга) за диагностическими показателями гидротехнических сооружений;
- нагрузкам и воздействиям и оценке технического состояния гидротехнических сооружений гидроэлектростанций в процессе их эксплуатации.

1.2 Настоящий стандарт распространяется на следующие гидротехнические сооружения I—IV классов:

- плотины и дамбы;
- здания гидроэлектростанций;
- устои и подпорные стены, входящие и не входящие в состав напорного фронта;
- водоприемники и водозаборные сооружения;
- водосбросы, водоспуски и водовыпуски;
- каналы;
- туннели;
- трубопроводы (водоводы);
- напорные бассейны, уравнительные резервуары и аэрационные шахты.

Классы гидротехнических сооружений необходимо определять с учетом требований [1] и приложения А.

1.3 Допускается применять настоящий стандарт для гидротехнических сооружений, не входящих в состав объектов гидроэнергетики, в т. ч. для:

- рыбопропускных сооружений, входящих в состав напорного фронта;
- судоходных сооружений (шлюзов, судоподъемников и судоходных плотин);
- гидротехнических сооружений, входящих в состав комплексов инженерной защиты населенных пунктов и предприятий.

1.4 Настоящий стандарт распространяется на приборные средства измерений, автоматизированные и информационно-диагностические системы, применяемые при мониторинге гидротехнических сооружений гидроэлектростанций и гидроаккумулирующих электростанций.

1.5 Настоящий стандарт устанавливает основные нормы и требования, относящиеся к:

- организации мониторинга гидротехнических сооружений в период эксплуатации;
- составу контролируемых диагностических показателей гидротехнических сооружений и критериям их безопасности;
- составу инструментальных и визуальных наблюдений за гидротехническими сооружениями в период их эксплуатации;
- оснащению гидротехнических сооружений техническими средствами контроля за их состоянием;
- периодичности регулярных наблюдений (мониторинга) гидротехнических сооружений;
- методам обработки и анализа данных мониторинга гидротехнических сооружений, оценке технического состояния гидротехнических сооружений;

**Издание официальное**

- использованию данных мониторинга гидротехнических сооружений в практике их эксплуатации;
- объемам и формам контроля за гидротехническими сооружениями со стороны собственника (эксплуатирующая организация).

1.6 Настоящий стандарт не учитывает все особенности средств измерений, измерительных устройств и технических систем мониторинга, примененных на разных гидроэлектростанциях.

## 2 Нормативные ссылки

В настоящем стандарте использованы нормативные ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 8.596—2002 Государственная система обеспечения единства измерений. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения

ГОСТ 19.106—78 Единая система программной документации. Требования к программным документам, выполненным печатным способом

ГОСТ 27.002—2009 Надежность в технике. Термины и определения

ГОСТ 34.003—90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения

ГОСТ 34.602—89 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы

ГОСТ 19185—73 Гидротехника. Основные понятия. Термины и определения

ГОСТ Р 22.0.01—94 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения

ГОСТ Р 22.1.02—95 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг и прогнозирование. Термины и определения

ГОСТ Р 22.1.11—2002 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Мониторинг состояния водоподпорных гидротехнических сооружений (плотин) и прогнозирование возможных последствий гидродинамических аварий на них. Общие требования

ГОСТ Р 22.10.01—2001 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Оценка ущерба. Термины и определения

Примечание — При пользовании настоящим стандартом целесообразно проверить действие ссылочных стандартов в информационной системе общего пользования — на официальном сайте Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии в сети Интернет или по ежегодному информационному указателю «Национальные стандарты», который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя «Национальные стандарты» за текущий год. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого стандарта с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого стандарта с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего стандарта в ссылочный стандарт, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку.

## 3 Термины и определения

В настоящем стандарте применены термины и определения по ГОСТ Р 22.1.02, ГОСТ Р 22.10.01, ГОСТ 27.002, ГОСТ 34.003, ГОСТ 19185, а также следующие термины с соответствующими определениями:

3.1 **автоматизированная система диагностического контроля;** АСДК: Система автоматического опроса дистанционной контрольно-измерительной аппаратуры, установленной на сооружениях, одновременно сравнивающая полученные результаты с критериями оценки технического состояния и безопасности сооружений.

3.2 **геодинамический мониторинг:** Специализированный вид мониторинга, система регулярных наблюдений и контроля за развитием опасных геодинамических процессов и явлений в техноприродной системе, за факторами, обусловливающими их формирование и развитие, проводимых по определенной программе, выполняемых в целях своевременной диагностики опасных для сооружений геодинамических явлений, разработки и проведения мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций, связанных с опасными геодинамическими процессами и явлениями, или по снижению наносимого их воздействием ущерба.

3.3 **геодинамический полигон:** Специализированный наблюдательный полигон (территория гидротехнических сооружений с размещенными на ней измерительными и коммуникационными средствами), на котором выполняются комплексные (геодезические, геомеханические, инженерно-сейсмологические, инженерно-сейсмометрические, геофизические и др.) наблюдения за природными, техногенными и техногенно-индуцированными геодинамическими процессами, влияющими на состояние техноприродной системы.

3.4 **гидрогенерирующая компания:** Компания (организация), в состав объектов собственности (активов) которой входят гидроэлектростанции.

3.5 **гидротехнические сооружения;** ГТС: Сооружения, подвергающиеся воздействию водной среды, предназначенные для использования и охраны водных ресурсов, предотвращения вредного воздействия вод, в том числе загрязненных жидкими отходами.

3.6 **гидроузел:** Комплекс гидротехнических сооружений, объединенных по расположению и совместному назначению.

3.7 **государственный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений:** Организация и проведение уполномоченными государственными органами исполнительной власти периодических инспекций (проверок) гидротехнических сооружений в целях установления соответствия их состояния и уровня эксплуатации требованиям безопасности.

3.8 **декларация безопасности гидротехнического сооружения:** Документ, в котором обосновывается безопасность гидротехнического сооружения и определяются меры по обеспечению безопасности гидротехнического сооружения с учетом его класса.

3.9 **дефект сооружения:** Снижение технических характеристик конструкции или материала сооружения (основания) вследствие нарушений выполнения проекта или выявления его недостатков.

3.10 **диагностика гидротехнических сооружений:** Установление и прогнозирование технического состояния сооружения по контролируемым показателям его работы.

3.11 **диагностические критерии:** Значения показателя (комбинации показателей) состояния гидротехнического сооружения, используемые для оценки его технического состояния, определения степени опасности наблюдаемых отклонений и нарушений нормального режима эксплуатации сооружения.

3.12 **диагностические показатели:** Наиболее значимые для оценки и диагностики технического состояния гидротехнического сооружения контролируемые показатели.

3.13 **зона взаимодействия сооружения и основания:** Область основания и сооружения, в которой в строительный и эксплуатационный периоды происходят изменения напряженно-деформированного и фильтрационного состояний, изменяются состав и свойства грунтов, материалов сооружения, фильтрующихся вод.

3.14 **измерительное устройство;** ИУ: Техническое средство, предназначенное для измерения физических величин — технических характеристик объекта контроля непосредственно или посредством вторичного устройства (прибора).

3.15 **инженерно-сейсмологические методы:** Способы и средства изучения особенностей сейсмических условий участка расположения ГТС: уточнения параметров и повторяемости местных землетрясений, контроля сейсмически активных разломов и сохранных блоков земной коры, оценки приращения интенсивности землетрясений в баллах и спектральных характеристик разреза в типичных зонах с различными грунтовыми условиями и в различных частях основания сооружения, учета влияния неоднородностей геологического и геоморфологического строения площадок на интенсивность сейсмических колебаний, определение расчетных акселерограмм и карты сейсмического микрорайонирования, основанных на регистрации удаленных и местных землетрясений, микроземлетрясений и промышленных взрывов локальной сетью стационарных или передвижных сейсмометрических станций.

3.16 **инженерно-сейсмометрические методы:** Способы и средства изучения ГТС, основанные на регистрации микросейсм, местных землетрясений и сейсмических волн от взрывов в целях определения особенностей поведения сооружения и отдельных его частей при различных динамических воздействиях.

3.17 **информационно-диагностическая система;** ИДС: Система, диагностирующая состояние контролируемого объекта, включающая базу данных наблюдений, программу их обработки и диагностические критерии для оценки состояния сооружений.

3.18 **измерительный створ (сечение):** Условная горизонтальная или вертикальная плоскость в сооружении, в которой устанавливается контрольно-измерительная аппаратура.

3.19 **комплексный анализ состояния гидротехнического сооружения:** Анализ технического состояния сооружения по результатам годичных (многолетних) циклов наблюдений всеми измерительными средствами путем оценки соответствия его диагностических показателей критериям безопасности, нормам

и проекту, характера (тенденции) их изменения во времени, адекватности реакции сооружения на изменения нагрузок и воздействий.

3.20 **контрольно-измерительная аппаратура;** КИА: Совокупность технических средств измерений (измерительных приборов, датчиков и др.) и вспомогательных устройств, предназначенных для контрольных натурных наблюдений и исследований состояния сооружения и основания.

3.21 **критерии безопасности гидротехнического сооружения:** Предельные значения количественных и качественных показателей состояния гидротехнического сооружения и условий его эксплуатации, соответствующие допустимому уровню риска аварии гидротехнического сооружения и утвержденные в установленном порядке федеральными органами исполнительной власти, осуществляющими государственный надзор за безопасностью гидротехнических сооружений.

3.22 **критерий состояния гидротехнического сооружения К1:** Первый (предупреждающий) уровень значений диагностических показателей, при достижении которого устойчивость, механическая и фильтрационная прочность сооружения и его основания, а также пропускная способность водосбросных сооружений продолжают соответствовать условиям нормальной эксплуатации.

3.23 **критерий состояния гидротехнического сооружения К2:** Второй (предельный) уровень значений диагностических показателей, при превышении которого эксплуатация сооружения в проектных режимах недопустима.

3.24 **многофакторный анализ состояния гидротехнического сооружения:** Оценка прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности сооружения по результатам многолетних инструментальных и визуальных наблюдений диагностических показателей его работы и поверочным расчетам по действующим нормам проектирования и уточненным расчетным схемам с использованием фактических действующих нагрузок и воздействий, физико-механических характеристик материалов, геометрических размеров, выявленных дефектов и (или) повреждений сооружения.

3.25 **мониторинг окружающей среды:** Система регулярных наблюдений и контроля, проводимых по определенной программе для оценки состояния окружающей среды, анализа происходящих в ней процессов и своевременного выявления тенденций ее изменения.

3.26 **мониторинг технического состояния гидротехнических сооружений:** Система регулярных инструментальных и визуальных наблюдений за показателями работы и технического состояния сооружений, проявлением и развитием опасных для сооружений техногенных и природных процессов и явлений, проводимых по определенной программе в целях объективной оценки эксплуатационной надежности и безопасности сооружений, своевременной разработки и проведения ремонтных мероприятий.

3.27 **наблюдения контрольные:** Систематические инструментальные и визуальные наблюдения, проводимые на сооружениях в целях изучения основных параметров работы, комплексного анализа его состояния и оценки эксплуатационной надежности.

3.28 **наблюдения специальные:** Наблюдения (исследования), проводимые на сооружении при соответствующем обосновании в целях изучения различных процессов, уточнения методов и результатов расчета и модельных исследований, обоснования конструктивных решений, методов производства работ и улучшения условий эксплуатации сооружения.

3.29 **напряженно-деформированное состояние сооружения или основания;** НДС: Состояние объекта, характеризуемое контролируемыми уровнями значений напряжений и деформаций.

3.30 **объект (элемент) контроля:** Сооружение, здание или их ответственные элементы, подлежащие контролю прочности, устойчивости или водопроницаемости.

3.31 **обеспечение безопасности гидротехнического сооружения:** Разработка и осуществление технических и организационных мер по предупреждению аварии сооружения.

3.32 **опасное геодинамическое явление:** Событие природного или техногенного происхождения, или результат действия природных, техногенных и техногенно-индуцированных геодинамических процессов, которые могут вызвать чрезвычайную ситуацию в техноприродной системе.

3.33 **риск аварии гидротехнического сооружения:** Численная мера среднегодовой вероятности возникновения аварии сооружения при реализации определенной опасности (нагрузки, воздействия, ошибки проекта, нарушение правил эксплуатации), способной вызвать аварию.

3.34 **сейсмическая опасность:** Вероятность проявления сейсмических воздействий определенной интенсивности на заданной площади в течение определенного интервала времени.

3.35 **сейсмический риск:** Вероятность непревышения или превышения установленного уровня сейсмического воздействия либо вероятность социального и экономического ущерба, связанного с землетрясениями на заданной территории в течение определенного интервала времени.

3.36 **система мониторинга состояния гидротехнических сооружений:** Совокупность измерительных приборов и других взаимодействующих технических устройств, обеспечивающих получение, передачу, сбор и обработку информации регулярных наблюдений диагностических показателей технического состояния сооружений.

3.37 **специализированные обследования:** Обследования, проводимые специализированными организациями по специально разрабатываемым программам для оценки технического состояния объектов контроля.

3.38 **исправное техническое состояние гидротехнических сооружений (работоспособное):** Состояние гидротехнических сооружений, при котором значения диагностических показателей их состояния не превышают своих критериальных значений К1.

3.39 **неисправное техническое состояние гидротехнических сооружений (частично работоспособное):** Состояние гидротехнических сооружений, при котором значение хотя бы одного диагностического показателя состояния сооружения стало больше его критериального значения К1, но не превысило критериального значения К2.

3.40 **предаварийное техническое состояние гидротехнических сооружений (неработоспособное):** Состояние гидротехнических сооружений, при котором значение хотя бы одного из диагностических показателей состояния сооружений стало больше его критериального значения К2.

3.41 **нормальный уровень безопасности гидротехнического сооружения:** Уровень безопасности гидротехнического сооружения, которому соответствует нормальное (исправное) техническое состояние сооружения и основания, а их эксплуатация осуществляется в соответствии с проектом и правилами эксплуатации без нарушения действующих законодательных актов, норм и правил.

3.42 **пониженный уровень безопасности гидротехнических сооружений:** Уровень безопасности гидротехнических сооружений, которому соответствует нормальное (исправное) техническое состояние сооружений и оснований, но собственник (эксплуатирующая организация) которых допускает нарушение правил технической эксплуатации, невыполнение первоочередных мероприятий или неполное выполнение предписаний органов государственного надзора по обеспечению безопасности гидротехнических сооружений.

3.43 **неудовлетворительный уровень безопасности гидротехнических сооружений:** Уровень безопасности гидротехнических сооружений, которому соответствует неисправное техническое состояние сооружений и оснований, эксплуатирующихся в условиях снижения механической или фильтрационной прочности, превышения предельно допустимых значений критериев безопасности для исправного состояния, других отклонений от проектного состояния, способных привести к возникновению аварии.

3.44 **критический уровень безопасности гидротехнических сооружений:** Уровень безопасности гидротехнических сооружений, эксплуатация которых происходит в условиях развивающихся процессов снижения прочности и устойчивости элементов конструкций и оснований, превышения предельно допустимых значений критериев безопасности, характеризующих переход от неисправного к неработоспособному состоянию гидротехнических сооружений.

3.45 **чрезвычайная ситуация:** Обстановка на определенной территории, сложившаяся в результате аварии гидротехнического сооружения, которая повлекла за собой или может повлечь человеческие жертвы, ущерб здоровью людей или окружающей природной среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей.

3.46 **эксплуатирующая организация:** Юридическое лицо независимо от его организационно-правовой формы, владеющее и использующее объект электроэнергетики на праве оперативного управления, хозяйственного ведения, аренды или иных законных основаниях или организация, исполняющая обязанности, необходимые для ведения деятельности по безопасному производству электрической и тепловой энергии в соответствии с законодательством Российской Федерации.

3.47 **экспресс-анализ состояния гидротехнического сооружения:** Оперативная оценка технического состояния сооружения по единичному циклу наблюдений его диагностических показателей путем сопоставления их с критериями безопасности.

## 4 Сокращения

В настоящем стандарте применены следующие сокращения:

АРМ — автоматизированное рабочее место;

АС — автоматизированная система;

АСДК — автоматизированная система диагностического контроля;
АСО КИА — автоматизированная система опроса контрольно-измерительной аппаратуры;
АЭ — акустическая эмиссия;
БД — база данных;
ВЭЗ — вертикальное электрическое зондирование;
ВЭЗ ВП — вертикальное электрическое зондирование методом вызванной поляризации;
ВЭЗ МДС — вертикальное электрическое зондирование по методу двух составляющих;
ГАЭС — гидроаккумулирующая электростанция;
ГРЛЗ — георадиолокационное зондирование;
ГТС — гидротехническое сооружение;
ГЭС — гидроэлектростанция;
ЕП — метод естественного электрического поля;
ИДС — информационно-диагностическая система;
ИОЦ — информационно-обрабатывающий центр;
ИУ — измерительное устройство;
КИА — контрольно-измерительная аппаратура;
КМПВ — корреляционный метод преломленных волн;
МЗТ — метод заряженного тела;
МРОТ — минимальный размер оплаты труда согласно законодательству Российской Федерации;
НДС — напряженно-деформированное состояние;
РЗМ — резистивиметрия;
ТМ — термометрия;
ТПС — техноприродная система;
УВБ — уровень верхнего бьефа;
УЗК — ультразвуковой каротаж;
ЧС — чрезвычайная ситуация;
ЭП — электропрофилирование.

## 5 Основные требования по мониторингу и оценке технического состояния гидротехнических сооружений

5.1 Мониторинг технического состояния и безопасности (далее — мониторинг) должен проводиться на всех ГТС, повреждения которых могут привести к возникновению чрезвычайной ситуации в соответствии с [2].

5.2 Мониторинг проводят в целях обеспечения постоянного контроля за показателями технического состояния и безопасности ГТС, природных и техногенных воздействий и разработки мер на основании полученных данных, обеспечивающих условия для безопасной эксплуатации ГТС и предотвращения их повреждений и аварий.

5.3 Основой мониторинга ГТС являются регулярные комплексные инструментальные и визуальные наблюдения за диагностическими показателями их состояния в период эксплуатации. Основу технической системы мониторинга составляют АС, АСДК, АСО КИА, ИДС, ИУ и КИА для получения, обработки и оценки достоверной оперативной информации наблюдений, информации о работе и состоянии сооружения, разработанные на основании технического задания согласно ГОСТ 34.602.

5.4 ГТС для осуществления мониторинга их состояния, должны быть заблаговременно (на стадии строительства) оснащены необходимыми современными приборными ИУ, КИА, другими техническими системами в соответствии с проектом.

5.5 Мониторинг ГТС должен проводиться эксплуатационным персоналом, аттестованным на проведение данного вида работ. Для проведения указанных работ могут привлекаться специализированные организации, имеющие соответствующие свидетельства (сертификаты) и опыт работы.

5.6 Для ГТС, подвергаемых мониторингу, должны быть установлены критериальные значения контролируемых диагностических показателей их работы и технического состояния (критерии безопасности).

5.7 Мониторинг на эксплуатируемых ГТС должен проводиться постоянно в течение всего жизненного цикла эксплуатации: при вводе в эксплуатацию, при эксплуатации, ремонтных работах, реконструкции, консервации, выводе из эксплуатации и ликвидации.

5.8 Мониторинг ГТС в процессе эксплуатации должен обеспечивать:

- оперативный контроль, предусматривающий экспресс-анализ состояния ГТС после каждого цикла измерений (наблюдений) диагностических показателей путем сопоставления их с критериями безопасности;

- текущий контроль, предусматривающий комплексный анализ состояния ГТС в годичном (многолетнем) цикле наблюдений, путем оценки соответствия диагностических показателей критериям безопасности, характера (тенденции) их изменения во времени, адекватности реакции ГТС на изменения нагрузок и воздействий;

- многофакторный анализ, предусматривающий комплексную оценку прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности сооружения по результатам многолетних наблюдений диагностических показателей его работы и поверочных расчетов, выполненных с уточнением расчетных моделей и схем, фактических нагрузок и воздействий (выполняется специализированной организацией).

5.9 Собственник или эксплуатирующая организация обеспечивают поддержание в исправном состоянии технических средств системы мониторинга сооружений. Вышедшие из работы ИУ и КИА подлежат замене на новые, способные давать необходимую достоверную информацию о состоянии ГТС. При невозможности равноценной замены КИА необходимо использовать альтернативные методы контроля.

5.10 При проведении мониторинга необходимо соблюдать требования по охране труда и охране окружающей среды.

## 6 Организация мониторинга гидротехнических сооружений в период эксплуатации

6.1 Мониторинг ГТС организуют собственник или эксплуатирующая организация в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

6.2 Мониторинг ГТС организуют в период их строительства при реализации специального проекта натурных наблюдений, состав которого приведен в [1].

6.3 При сдаче-приемке ГТС подрядные организации передают по актам собственнику (эксплуатирующей организации) — заказчику строительства сооружений:

- ИУ и КИА, установленные в ГТС; технические паспорта и протоколы тарировки приборов, исполнительные схемы на установку приборов в измерительных створах (сечениях, точках);

- информационные носители и технические отчеты по данным наблюдений за ГТС в строительный период;

- ИДС и АС с программным комплексом сбора, хранения и обработки данных наблюдений;

- программу мониторинга ГТС;

- перечень диагностических показателей работы и технического состояния сооружений;

- критерии и декларацию безопасности ГТС, утвержденные в установленном порядке;

- комплект инструктивных и методических документов по проведению мониторинга ГТС;

- комплект проектной и исполнительной документации по оснащению сооружений приборными измерительными устройствами, контрольно-измерительной аппаратурой и другими техническими средствами системы мониторинга.

6.4 ГТС I, II и III классов, ранее принятые в эксплуатацию, подлежат оснащению современными техническими средствами контроля с организацией регулярных наблюдений (мониторинга) в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

6.5 Собственник (эксплуатирующая организация) обеспечивает:

- разработку проекта натурных наблюдений и системы мониторинга ГТС и его экспертизу;

- своевременное оснащение ГТС КИА, предусмотренной проектной документацией, измерительными устройствами и системами, осуществление технического контроля качества монтажа КИА, измерительных устройств и систем, приемку их в эксплуатацию;

- организацию проведения регулярных инструментальных и визуальных наблюдений за ГТС, сбор, хранение и обработку данных с применением современной оргтехники и информационных технологий;

- комплектование пакета нормативно-технической и методической документации, необходимой для обеспечения безопасной эксплуатации ГТС, изучение ее эксплуатационным персоналом, проверку знаний персонала;

- составление должностных инструкций для эксплуатационного персонала ГТС с отражением в них требований об обязанностях каждого специалиста по выполнению работ по мониторингу ГТС, соблюдению норм и правил;

- контроль работоспособности КИА;

- оценку достаточности КИА для определения технического состояния сооружений и их отдельных зон;

- обучение персонала с предоставлением возможности стажировки на других предприятиях.

6.6 Организационная схема проведения мониторинга ГТС ГЭС в компании-собственнике (эксплуатирующей организации) должна формироваться для следующих трех уровней:

- уровень ГЭС, на котором осуществляется оперативный контроль за ГТС на основе экспресс-анализа, а для высоконапорных и средненапорных ГЭС I и II классов — оперативный и текущий контроль, диагностика ГТС на основе экспресс-анализа и комплексного анализа ежегодных (многолетних) данных мониторинга, разработка рекомендаций по ремонтам и эксплуатации ГТС;

- уровень аналитического центра компании-собственника (эксплуатирующей организации), на котором осуществляется полный контроль основных показателей безопасности ГТС всех ГЭС, разработка рекомендаций по ремонтам и эксплуатации ГТС. Для отдельных ГЭС, в т. ч. для сооружений III класса капитальности — оперативный и текущий контроль, диагностика ГТС на основе экспресс-анализа и комплексного анализа ежегодных (многолетних) данных мониторинга, разработка рекомендаций по ремонтам и эксплуатации ГТС;

- уровень компании-собственника (эксплуатирующей организации) — планирование и реализация мероприятий по обеспечению эксплуатационной надежности и безопасности ГТС на основе мероприятий по повышению безопасности, представленных эксплуатирующей организацией и аналитическим центром компании-собственника (эксплуатирующей организации).

6.7 Подразделение по проведению мониторинга ГТС гидроэлектростанции подчиняется непосредственно техническому руководителю ГЭС.

## 7 Диагностические показатели и критерии безопасности гидротехнических сооружений

### 7.1 Выбор элементов диагностирования

7.1.1 Мониторинг ГТС должен предусматривать диагностирование (оценку) их технического состояния на основе данных наблюдений. Эксплуатационная надежность и безопасность сооружения оценивается по достоверным (полученным в результате наблюдений) диагностическим показателям и признакам надежности его элементов и соответствующим им предельно допустимым значениям — критериям безопасности.

7.1.2 В состав контролируемых объектов диагностирования ГТС должны включаться те из его конструктивных элементов (в т. ч. основание), состояние которых в значительной степени определяет надежность и безопасность сооружения.

При выборе элементов диагностирования ГТС должны учитываться его конструктивные особенности, класс, инженерно-геологические особенности основания и береговых примыканий, условия эксплуатации, а также особенности и дефекты строительства.

7.1.3 Для ГТС I, II и III классов в состав основных элементов диагностирования включаются бетонные массивы в виде опытных секций и блоков напорной и низовой граней, контрфорсы, бычки, устои, подпорные стенки и перекрытия; противофильтрационные элементы (экран, ядро, диафрагма) и дренажные устройства; крепления откосов, водобойных колодцев и рисберм; цементационные, шпунтовые и мерзлотные противофильтрационные завесы; зоны сопряжения сооружения с основанием и берегами; облицовки и анкерные крепления стен и сводов туннелей и водоводов; конструктивные и строительные швы и др.

### 7.2 Выбор диагностических показателей

7.2.1 Состав контролируемых диагностических показателей и признаков для оценки технического состояния ГТС должен определяться проектом наблюдений в соответствии с конструктивными особенностями и классом сооружений, инженерно-геологическими условиями основания, составом элементов диагностирования, условиями строительства и эксплуатации.

7.2.2 В период наполнения водохранилища и в первые 2—3 года эксплуатации ГТС при полном проектном напоре состав контролируемых диагностических показателей и признаков должен быть уточнен с учетом проявившихся за этот период времени особенностей его работы. Аналогичные периодические уточнения показателей следует производить и в последующем в период декларирования безопасности сооружений.

7.2.3 Состав контролируемых диагностических показателей и признаков ГТС I—III классов устанавливается в соответствии с [3], [4], [5] и включает:

а) для грунтовых плотин (дамб):

- осадки гребня и основания;
- горизонтальные перемещения гребня (берм);
- фильтрационные (пьезометрические) напоры в области фильтрации;
- положение поверхности депрессии фильтрационного потока;
- фильтрационный расход через плотину и основание;
- градиенты фильтрационных напоров в теле плотины, на противофильтрационных элементах, в основании;
- проявления очагов сосредоточенной фильтрации, суффозии грунта, трещин и просадок грунта, повреждений волновых креплений откосов, заилений дренажных устройств;

б) для бетонных и железобетонных плотин:

- напряжения и деформации в теле плотины и в основании;
- усилия в арматуре в ответственных железобетонных элементах;
- противодавление воды на подошву плотины;
- фильтрационные расходы, напоры и градиенты напоров в областях фильтрации;
- отложения донных наносов грунта, кроме высоконапорных сооружений, построенных на реках с незначительной мутностью;
- осадки плотины и основания;
- горизонтальные перемещения гребня;
- раскрытия швов и трещин;
- размывы в нижнем бьефе;
- образование трещин, деструктивные разрушения бетона;

в) для туннелей:

- усилия в арматуре облицовок и в анкерах крепления стенок и сводов;
- фильтрационное и горное давление на облицовку;
- деформации стенок, сводов (конвергенция), раскрытие швов, трещинообразование в облицовке;

г) для подпорных стенок:

- осадки, раскрытие швов;
- горизонтальные перемещения и наклоны;
- усилия в арматуре, деструктивные разрушения бетона;
- боковое давление грунта обратных засыпок;
- фильтрационные напоры, дренажные расходы в массивах обратных засыпок (для стенок, работающих под напором воды);

д) для каналов:

- осадка дамб, ограждающих русло канала;
- поверхность депрессии фильтрационного потока через дамбы;
- фильтрационные расходы;
- проявления повреждений крепления внутренних откосов дамб, локальные оползни, размывы и просадки грунта откосов;

е) для напорных трубопроводов (водоводов):

- напряжения в оболочках (сталь, железобетон);
- раскрытие швов и трещин в оболочках;
- осадки и смещения анкерных опор;
- коррозионный и абразивный износ стенок;

ж) для зданий ГЭС и ГАЭС:

- осадки и перекосы агрегатных блоков;
- раскрытия швов и трещин;
- противодавление воды на фундаментную плиту;
- приточная фильтрация (расход);
- прочность бетона;
- вибрации конструкций зданий;

и) для судоходных шлюзов:

- осадки, раскрытие швов;

- горизонтальные перемещения и наклоны стен камер;
- боковое давление грунта на стены камер;
- усилия в арматуре стен, деструктивные разрушения бетона;
- фильтрационные напоры, дренажные расходы в массивах обратных засыпок;
- противодавление в основании;

к) для оснований ГТС:

- осадка основания под сооружением;
- напряжения в грунте основания на контакте с сооружением;
- фильтрационные напоры и градиенты напора в основании;
- фильтрационные расходы через основание и береговые примыкания;
- мутность профильтровавшейся через основание воды;
- поровое давление воды в глинистых грунтах;
- проявления очагов сосредоточенной фильтрации, суффозии грунта, локальных выпоров грунта и оползней на береговых склонах.

7.2.4 Кроме показателей, характеризующих работу сооружения, на гидроузлах контролируются уровни верхнего и нижнего бьефов, а также различные воздействия (температурные, сейсмические, техногенные). Для определения температурных воздействий в створе плотины надлежит оборудовать метеопост в соответствии с требованиями по обеспечению достоверности измерений.

7.2.5 Фактические значения нагрузок и воздействий на сооружение или его отдельные элементы должны использоваться при оценке реакции элементов на нагрузки, корректировке расчетных схем и математических моделей сооружения, установлении и уточнении критериев безопасной работы сооружения.

### 7.3 Назначение критериев безопасности гидротехнических сооружений

7.3.1 Критерии безопасности ГТС устанавливают по следующим основным показателям безопасности:

- прочность (в т. ч. фильтрационная);
- устойчивость;
- пропускная способность (для речных ГТС);
- превышение гребня сооружения над уровнем воды в водохранилище с учетом волновых воздействий.

7.3.2 Критерии безопасности должны быть установлены для каждого ГТС, повреждение которого может привести к возникновению чрезвычайной ситуации, и утверждены в установленном порядке в надзорных органах.

7.3.3 За критерии безопасности ГТС следует принимать предельные значения количественных и качественных показателей их состояния и условий эксплуатации, которые, с одной стороны, соответствуют допустимому уровню риска аварии сооружения, а с другой — характеризуют одно из его состояний: исправное (работоспособное), неисправное (частично работоспособное) или предаварийное (неработоспособное).

7.3.4 Для ГТС критерии безопасности должны быть установлены для двух уровней значений их диагностических показателей:

- $К_1$ — первый (предупреждающий) уровень значений диагностических показателей, характеризующий переход ГТС от работоспособного к частично работоспособному состоянию, при достижении которого устойчивость, механическая и фильтрационная прочность водосбросных и водопропускных сооружений соответствуют условиям нормальной эксплуатации;
- $К_2$ — второй (предельный) уровень значений диагностических показателей, характеризующий переход сооружения от частично работоспособного в неработоспособное (предаварийное) состояние, при превышении которых эксплуатация ГТС в проектных режимах не допустима.

7.3.5 Критерии безопасности ГТС должны быть установлены на стадии проектирования. Методы определения критериальных значений $К_1$ и $К_2$ показателей состояния ГТС выбираются в соответствии с приложением Б.

7.3.6 Для эксплуатируемых ГТС численные критериальные значения $К_1$ и $К_2$ диагностических показателей следует устанавливать поверочными расчетами по действующим нормам на основное и особое сочетание нагрузок и воздействий. При этом в расчетных моделях и схемах должны быть учтены конструктивные изменения сооружения, внесенные в ходе строительства и эксплуатации, уточненные расчетные нагрузки, характеристики грунтов и материалов, а также выявленные наблюдениями особенности работы, процессы и дефекты, влияющие на прочность и устойчивость сооружения и основания.

7.3.7 Для диагностических показателей, для которых достоверные расчетные значения получить сложно (из-за отсутствия исходных данных, сложности учета многочисленных факторов и т. п.) критериальные значения могут быть установлены статистическим методом.

7.3.8 Статистический метод для назначения критериев безопасности может быть применен для всего комплекса измеряемых диагностических показателей при наличии представительного (5—10 лет) временного ряда измерений в диапазоне нагрузок и воздействий, ранее испытанных ГТС в процессе эксплуатации.

7.3.9 При наличии четких связей количественных диагностических показателей сооружения с уровнями нагрузок, воздействий и цикличностью их изменения во времени критерии безопасности могут быть установлены в виде функциональных зависимостей (закономерностей изменения) между ними.

7.3.10 При проведении мониторинга ГТС в период их эксплуатации следует, наряду с измерениями количественных диагностических показателей, контролировать качественные диагностические показатели (признаки) их технического состояния на основе визуальных наблюдений и экспертных оценок.

7.3.11 Состав и критериальные значения качественных диагностических показателей (признаков) $\tilde{K}_1$ и $\tilde{K}_2$ (аналогичных по смыслу количественным критериям $K_1$ и $K_2$) устанавливаются экспертным путем на основе анализа сценариев потенциально возможных аварий и прогноза возможных изменений работы и состояния эксплуатируемого ГТС под воздействием различных деструктивных процессов, неисправностей и отказов в работе, природных и техногенных нагрузок и воздействий.

7.3.12 В состав контролируемых визуальными наблюдениями качественных диагностических показателей (признаков) технического состояния эксплуатируемых ГТС должны быть включены:

- наличие и развитие очагов выхода фильтрации на низовые откосы грунтовых плотин (дамб), на береговые склоны, на территорию нижнего бьефа;
- наличие и развитие очагов механической или химической суффозии грунта в плотинах, на берегах, в основании;
- засорение, зарастание, перемерзание дренажных устройств;
- наличие и развитие трещин, локальных воронок проседания грунта, оползневых «цирков», очагов выпора и пучения грунтов на грунтовых сооружениях;
- повреждения волнозащитных креплений откосов плотин (дамб);
- образование наледей на откосах, у дренажей, на береговых склонах;
- протечки через швы и трещины в бетонных сооружениях и подземных выработках;
- механические повреждения, морозная коррозия, трещинообразование и выщелачивание бетона в элементах сооружений;
- размывы русел каналов и русел в нижних бьефах ГЭС;
- обнажение и коррозия рабочей арматуры несущих железобетонных элементов сооружений и анкерных креплений стен и сводов подземных выработок.

7.3.13 Состав контролируемых качественных диагностических показателей (признаков) для каждого конкретного ГТС назначается и уточняется, а при необходимости дополняется, исходя из особенностей его конструкции, условий и опыта эксплуатации, реального технического состояния, наличия (отсутствия) и характера развития деструктивных процессов, если таковые имеют место быть.

7.3.14 Качественные диагностические показатели (признаки) эксплуатируемого сооружения следует считать соответствующими критериям предупреждающего уровня $\tilde{K}_1$, если они характеризуются начальной стадией (признаком) проявления и отсутствием развития деструктивных процессов во времени. При этом техническое состояние ГТС по данным показателям оценивается как неисправное (частично работоспособное).

7.3.15 Предельный критериальный уровень $\tilde{K}_2$ качественных диагностических показателей характеризуется их явным проявлением, развитием деструктивных процессов во времени, способным вызвать значительные повреждения или аварию. При этом следует считать, что сооружение переходит в неработоспособное (предаварийное) состояние.

7.3.16 Назначенные для ГТС диагностические показатели и их критериальные значения должны быть занесены в базы данных систем мониторинга.

## 8 Требования по организации и составу наблюдений в системе мониторинга гидротехнических сооружений

### 8.1 Общие требования к наблюдениям

8.1.1 Наблюдения на ГТС должны проводиться постоянно в соответствии с требованиями [2], [1] и настоящего стандарта.

Данные наблюдений должны регулярно анализироваться и по их результатам необходимо проводить оценку состояния и безопасности ГТС. Результаты анализа должны быть представлены в виде текущих информационных (оперативных) и ежегодных технических отчетов.

8.1.2 В составе наблюдений на ГТС I, II и III классов должны быть проведены систематические инструментальные и визуальные наблюдения. На сооружениях IV класса должны быть проведены визуальные наблюдения, инструментальные наблюдения — при соответствующем обосновании.

8.1.3 На сооружениях I, II и III классов следует выполнять комплексные наблюдения, которые должны быть выполнены по специальной для каждого ГТС программе. Их состав должен соответствовать составу объектов (элементов) диагностирования и отвечать требованиям получения полной и достоверной информации по всем намеченным проектом диагностическим показателям состояния ГТС и необходимым нагрузкам и воздействиям на него.

8.1.4 Состав наблюдений, проводимых на ГТС, типы и количество КИА, должны назначаться проектом и соответствовать требованиям [4].

8.1.5 Наблюдения должны быть систематическими и должны обладать высокой оперативностью получения информации и проведения измерений (наблюдений). Регулярными наблюдениями должны охватываться все этапы жизненного цикла сооружения: строительный период, периоды постановки его под напор, начальной и последующей (многолетней) эксплуатации при проектных нагрузках, реконструкции, ремонта, вывода из эксплуатации, ликвидации.

8.1.6 Для эксплуатируемых ГТС данные наблюдений должны использоваться в поверочных расчетах при корректировке ранее установленных для них критериальных значений контролируемых диагностических показателей.

8.1.7 Квалификация эксплуатационного персонала, выполняющего наблюдения, должна отвечать требованиям настоящего стандарта и периодически подтверждаться путем повышения квалификации и аттестации.

8.1.8 Данные наблюдений в режиме мониторинга должны подвергаться оперативному (после каждого цикла измерений) экспресс-анализу для оценки технического состояния ГТС, выявления тенденций снижения уровня их безопасности и своевременного принятия мер по предотвращению аварийных ситуаций.

### 8.2 Организация наблюдений на гидротехнических сооружениях

8.2.1 Контрольные и специальные наблюдения, проводимые на ГТС организуются компанией (организацией) в соответствии с требованиями [3]. Контрольные наблюдения и технические средства системы мониторинга ГТС в период эксплуатации должны быть предусмотрены в составе и объеме требований специального проекта.

8.2.2 Для ГТС I, II и III классов, находящихся в эксплуатации без должных технических средств для проведения мониторинга их состояния (или недостаточности этих средств), должен быть разработан и реализован соответствующий проект системы мониторинга.

Проект наблюдений для ГТС I, II и III классов должен включать:

- перечень контролируемых нагрузок и воздействий на сооружение;
- перечень контролируемых и диагностических показателей работы и состояния сооружения и его основания;
- программу и состав инструментальных и визуальных наблюдений;
- чертежи и технические условия на установку в сооружения КИА, спецификацию измерительных приборов и устройств;
- структурную схему и технические решения системы мониторинга, включая автоматизированную или информационно-диагностическую системы контроля;
- инструктивные документы и методические рекомендации по проведению наблюдений за работой и состоянием сооружений;
- критерии безопасности ГТС.

8.2.3 Проект наблюдений и системы мониторинга ГТС должны разрабатываться специализированной организацией, имеющей соответствующий опыт и сертификаты на проведение данного вида работ.

8.2.4 В соответствии с требованиями [2], проектной документацией должна быть предусмотрена организация мониторинга взаимодействия ГТС с окружающей средой.

8.2.5 В проекте наблюдений должны быть предусмотрены меры по защите от повреждений КИА, кабельных линий от установленных в сооружение измерительных приборов и измерительных пультов, а также необходимые меры по обеспечению безопасного производства работ при проведении измерений.

**8.3 Состав инструментальных наблюдений в режиме мониторинга**

8.3.1 В режиме мониторинга должны регулярно проводиться инструментальные наблюдения на ГТС I—III классов на всех стадиях их существования.

8.3.2 Состав и объем инструментальных наблюдений за сооружениями следует назначать в зависимости от класса сооружения, его конструктивных особенностей, геологических, климатических, сейсмических условий, а также условий возведения и эксплуатации.

8.3.3 В состав инструментальных наблюдений должны быть включены все назначенные для конкретного сооружения диагностические показатели, а также внешние нагрузки и воздействия, характеризующие его работу и техническое состояние, контролируемые значения которых могут измеряться стационарной КИА и/или переносными приборами.

8.3.4 Рациональность выбора состава наблюдений и размещения КИА зависит от возможности дифференцированного контроля за состоянием элементов ГТС, получения фактических значений диагностических показателей его работы, являющихся наиболее важными для обеспечения надежности ГТС.

8.3.5 Минимально необходимый состав инструментальных наблюдений для конкретного ГТС (или комплекса сооружений ГЭС) должен обусловливаться, в основном, составом назначенных для сооружения количественных диагностических показателей технического состояния и безопасности, а также требованиями обеспечения их регулярных измерений в режиме мониторинга.

8.3.6 В сейсмоопасных районах на ГТС I и II классов должны проводиться сейсмометрические наблюдения в режиме мониторинга.

**8.4 Состав визуальных наблюдений на гидротехнических сооружениях в режиме мониторинга**

8.4.1 Визуальные наблюдения необходимо проводить путем общих систематических осмотров ГТС, его основных конструктивных элементов и прилегающей к сооружению территории в целях оценки его состояния, выявления дефектов и неблагоприятных процессов, снижающих эксплутационную надежность, определения вида и объемов ремонтных работ.

8.4.2 Систематические визуальные наблюдения ГТС, наряду с инструментальными наблюдениями, должны проводиться в целях своевременности выявления и оценки развития неисправностей, повреждений и дефектов в работе, снижающих их безопасность и способных вызвать аварийную ситуацию, оперативного принятия мер по обеспечению эксплутационной надежности ГТС и их ремонту.

8.4.3 Минимально необходимый состав визуальных наблюдений должен соответствовать составу контролируемых качественных диагностических показателей (признаков) состояния сооружения, назначенных с учетом его класса, конструктивных особенностей, природно-климатических условий и условий эксплуатации, наличия и характера дефектов и неблагоприятных процессов в сооружении.

8.4.4 Визуальные наблюдения на следующих ГТС включают в себя:

а) Для бетонных и железобетонных сооружений:

- выявление и оценку механических, кавитационных, коррозийных и химических повреждений и разрушений бетона сооружения и его ответственных элементов,
- регистрацию образований и оценку характера трещин в бетонной кладке и в несущих нагрузку элементах, вызванных различными факторами;
- контроль необратимых заметных раскрытий швов;
- выявление и оценку повреждений защитного слоя бетона (карбонизация, отслоения);
- оценку процесса коррозии и механических повреждений арматуры и стальной облицовки;
- регистрацию очагов и оценку интенсивности процессов выщелачивания бетона (вымывание извести фильтрующейся водой);
- контроль протечек воды через швы, трещины, бетон.

б) Для грунтовых сооружений (плотин, дамб):

- выявление и оценку неконтролируемых выходов фильтрации через сооружения, основание, берега, сопряжения;

- регистрацию и оценку очагов фильтрационно-суффозионных выносов грунта из сооружения, основания, береговых и пойменных массивов, примыкающих к сооружению;

- контроль работы и состояния дренажей, водоотводящих выпусков, канав и кюветов;

- контроль общих деформаций и фильтрации в зонах сопряжения грунтового сооружения с бетонными сооружениями и берегами;

- фиксирование мест заболачивания территории, примыкающей к подошве сооружения в нижнем бьефе;

- выявление и оценку местных деформаций откосов, гребня и берм плотин (дамб), а также береговых склонов в примыканиях;

- выявление, регистрацию и оценку развития всевозможных трещин на гребне, откосах и бермах;

- контроль состояния креплений верхового и низового откосов, крепления берегов (если таковые имеются);

- наблюдения за эрозией берегов водохранилища;

- наблюдения за образованием наледей на низовом откосе и прилегающей территории, за ледовым и температурным режимами и мутностью воды водоемов, образовавшихся в нижнем бьефе вследствие фильтрации;

- выявление признаков морозного выветривания материалов тела плотины (дамбы);

- наблюдения за размывами и подмывами сооружения и берегов со стороны нижнего бьефа;

- наблюдения за развитием древесно-кустарниковой растительности, травяного покрова и поведением землеройных животных на плотине (дамбе).

в) Для подземных сооружений:

- регистрацию и оценку деформаций и раскрытия трещин в облицовках стенок и сводов и в других бетонных конструкциях, раскрытия тектонических трещин и трещин отдельностей во вмещающем скальном массиве;

- выявление мест и оценку степени повреждения и разрушения бетона, отслоений защитного слоя бетона от арматуры, выпучиваний, повреждений и коррозии арматуры;

- регистрацию разрывов или «выдергиваний» стальных анкеров крепления облицовок и горной породы;

- выявление видимых вывалов и подвижек блоков отдельностей горной породы по трещинам;

- фиксирование мест и оценку величины приточности фильтрационной воды в помещениях;

- контроль состояния аварийных выходов, освещения и вентиляции;

- проверку работоспособности дренажных устройств и насосных станций откачки дренажных вод.

г) Для подводящих и отводящих каналов:

- регистрацию и оценку повреждений облицовок, локальных просадок, морозного пучения и мест оползания грунта дамб обвалования русла канала;

- выявление и оценку развития очагов фильтрации воды из канала через дамбы и основание;

- выявление мест и оценку объемов сползания с бортов грунта в русло канала, отложения «баров»;

- оценку сбойности потока, состояния гасителей энергии и наличия размывов русла канала и берегов в нижнем бьефе;

- регистрацию появлений плавающих торфяных полей в верхнем бьефе ГЭС.

### 8.5 Освидетельствование и обследование гидротехнических сооружений

8.5.1 ГТС в период эксплуатации один раз в пять лет (перед декларированием безопасности) должны подвергаться централизованному освидетельствованию комиссиями в составе технических специалистов, экспертов федеральных органов исполнительной власти, проектных и научных организаций, представителей компании (организации). Рекомендации комиссии, направленные на обеспечение нормального технического состояния и уровня безопасности ГТС, подлежат исполнению в определенные комиссией и согласованные с компанией (организацией) сроки.

8.5.2 Внеочередным освидетельствованиям подлежат сооружения, подвергшиеся чрезвычайным воздействиям (землетрясения интенсивностью 5 баллов и выше, катастрофические паводки, ураганы и др.), после капитальных ремонтов и/или реконструкции, а также вызывающие обоснованные сомнения в их надежности и безопасности из-за появления опасных повреждений (процессов). По результатам освидетельствования может быть назначено проведение технического обследования ГТС для получения данных, предназначенных для детальной оценки их состояния. Одновременно проводят проверку технического состояния КИА и измерительных систем.

8.5.3 При обследовании ГТС, подвергшихся землетрясению силой более пяти баллов, должна быть дана обязательная оценка состояния гребневых зон и откосов сооружений, конструкций в зонах возможной

концентрации напряжений, швов и зон примыкания сооружений к основанию, берегам и др. сооружениям, дренажных устройств и насосных станций откачки дренажных вод, водопропускных и водосбросных сооружений и их механического оборудования, берегов и берегоукрепительных конструкций в водохранилище и в нижнем бьефе.

8.5.4 При обследовании ГТС должны быть решены следующие задачи:

- выявлены признаки неблагоприятных для сооружений процессов;
- выявлены аномально большие осадки, деформации, перемещения;
- выявлены зоны и участки разрушения материала конструктивных элементов, сосредоточенных выходов фильтрационного потока;
- проведена оценка эффективности выполненных ремонтных мероприятий, состояния механического оборудования ГТС.

8.5.5 Обследования ГТС должны сопровождаться контрольными измерениями по КИА, тестовыми испытаниями и поверочными расчетами, цели и объемы которых определяются программой работы организации, проводящей обследование.

## 9 Требования по оснащению эксплуатируемых гидротехнических сооружений техническими средствами мониторинга

### 9.1 Контрольно-измерительная аппаратура

9.1.1 Оснащение эксплуатируемых ГТС ИУ и КИА должно осуществляться в период их строительства по специальному проекту наблюдений (мониторинга).

9.1.2 В состав КИА должны включаться измерительные приборы (датчики, преобразователи) серийного (промышленного) типа, прошедшие метрологическую аттестацию и сертификацию, удовлетворяющие требованиям по точности и диапазону измерений, долговременной стабильности.

В качестве измерительных устройств, не требующих метрологической аттестации, допускается использовать устройства и приборы непромышленного изготовления, прошедшие широкую апробацию на практике (трубные пьезометры, мерные водосливы, механические щелемеры, геодезические марки и реперы, мерные сосуды, ленты, рейки).

9.1.3 Выбор в проекте номенклатуры и типов измерительных приборов и устройств должен делаться исходя из требований обеспечения дифференцированного и достоверного контроля фактических значений диагностических показателей работы и оценки технического состояния сооружений во всем диапазоне действующих на них проектных нагрузок и воздействий.

9.1.4 КИА в ГТС должна быть установлена в наиболее чувствительных к нагрузкам и напряженных точках (зонах, участках) таким образом, чтобы для каждого расчетного критерия безопасности сооружения была получена численная величина соответствующего контролируемого диагностического показателя.

9.1.5 При назначении номенклатуры и количества КИА и др. ИУ необходимо, чтобы результаты инструментальных наблюдений сооружений обладали необходимой представительностью, достоверностью и сравнимостью.

9.1.6 Приборы и устройства, предназначенные для проведения наблюдений за сооружениями и основанием, размещаются в контрольных секциях, сечениях и створах сооружения (основания) с учетом его конструктивных решений, инженерно-геологических и криологических особенностей, профиля створа по основанию, условий эксплуатации.

9.1.7 Количество контрольных измерительных сечений по длине сооружения назначается с таким расчетом, чтобы по показаниям установленной в них КИА можно было достоверно оценить работу и состояние ГТС в целом и его отдельных наиболее ответственных участков и элементов.

9.1.8 На стадии проекта контрольные поперечные сечения для производства наблюдений следует располагать:

- на русловом участке, где сооружение имеет максимальную высоту и, соответственно, максимальное нагружение;
- на границах сопряжения подруслового талика с мерзлыми береговыми участками (в районах вечной мерзлоты);
- на участках резкого (крутого) падения поверхности основания в створе сооружения;
- на границах сопряжения грунтовой плотины с бетонными сооружениями (устоями, туннелями и др.);
- на границах сопряжения мерзлых и талых участков плотины;
- на границах сопряжения плотины с береговыми примыканиями и в береговых примыканиях;

- над тектоническими разломами и крупными трещинами в основании, над потенциальными зонами проявления термокарста;

- в зонах возможных ослаблений напряженно-деформированного состояния, фильтрационной прочности, устойчивости, трещинообразования (выявленных расчетными путями, специальными исследованиями или наблюдениями).

9.1.9 Контрольные сечения КИА следует располагать в горизонтальных и вертикальных измерительных створах, в отдельных измерительных точках с привязкой их к осям сооружения в плане и по высоте, а также высотным отметкам.

9.1.10 Для исключения возможных ошибок при измерениях, а также для уменьшения разброса и повышения надежности полученных результатов измерительные сечения, створы и точки в ряде случаев следует дублировать.

9.1.11 Количество и состав приборов, устанавливаемых в измерительных сечениях, створах и точках, обусловливаются решаемыми задачами. Минимально необходимое количество измерительных приборов в створах диктуется также требованиями статистической обработки результатов, необходимостью построения эпюр, графиков, зависимостей и составления иной отчетной документации.

9.1.12 После первичного наполнения водохранилища и выявления слабых мест в работе сооружения проектное количество контрольных наблюдательных сечений или створов должно быть уточнено.

9.1.13 Устанавливаемые в ГТС КИА, кабельные коммуникации и ИУ должны быть надежно защищены от повреждений строительными механизмами.

9.1.14 Монтаж ИУ, КИА и систем должен осуществляться подрядной организацией в соответствии с рабочими чертежами проекта под авторским надзором со стороны проектной организации и техническим контролем со стороны компании (эксплуатирующей организации). Для методического и технического руководства монтажом КИА и проведением наблюдений может быть привлечена специализированная научно-исследовательская организация на договорной основе.

9.1.15 Установка в сооружения ИУ и КИА должна быть оформлена соответствующим актом. К акту необходимо прикладывать:

- исполнительная схема размещения средств измерений, на которой указываются сооружение или его элементы (секция, карта, блок, сечение и др.); подробная планово-высотная привязка установленных приборов, их типы или марки, номера по проекту и заводские; важнейшие детали установки;

- паспорта средств измерений;

- акты предмонтажной и послемонтажной проверки работоспособности приборов.

9.1.16 Акт установки в сооружение КИА должен служить основанием для ее ввода в эксплуатацию.

9.1.17 При сдаче ГТС подрядная организация, осуществлявшая монтаж КИА, передает компании (организации) по акту приемки-сдачи установленную КИА со следующей документацией:

- комплект рабочих чертежей и исполнительных схем на установку КИА;

- паспорта, аттестаты и монтажно-эксплуатационные инструкции средств измерений;

- акты предмонтажной и послемонтажной проверок работоспособности приборов, акты на установку приборов в сооружения;

- монтажные ведомости приборов;

- журналы наблюдений и ведомости с нулевыми отсчетами по каждому прибору, технические отчеты по выполненным наблюдениям за сооружениями.

9.1.18 Установленная в ГТС телеметрическая КИА должна быть коммутирована кабельными линиями на измерительные терминалы (пульты) и маркирована.

### 9.2 Информационно-диагностические системы мониторинга гидротехнических сооружений

9.2.1 Информационно-диагностическая система (верхний уровень АСДК) должна создаваться на базе современных компьютерных и информационных технологий и программно-технического обеспечения.

9.2.2 В общем случае ИДС как составная часть системы мониторинга ГТС должна обеспечивать:

- накопление и хранение данных наблюдений и информации, необходимой для первичной и вторичной обработки данных измерений, а также осуществление диагностики ГТС;

- первичную и вторичную обработку данных измерений по КИА;

- визуализацию данных наблюдений (построение таблиц, графиков, эпюр и др.);

- графическое отображение схем размещения КИА в контролируемых сооружениях и их элементах (в контрольных секциях, сечениях, блоках, в потернах, в основании и др.);

- оперативную диагностику состояния ГТС путем сравнения контролируемых диагностических показателей с их критериальными значениями (критериями безопасности);

- доступ к данным наблюдений, расчетным или экспериментальным проектным значениям и критериям безопасности.

9.2.3 ИДС должна создаваться для обеспечения ее использования как в минимальной (локальной) конфигурации на базе некоммерческих программных продуктов, так и в сетевой конфигурации на основе мощных коммерческих сетевых распределенных вычислительных систем.

9.2.4 Устанавливаемая на гидроэлектростанции ИДС контроля эксплуатационной надежности и безопасности ГТС должна включать:

- информационную структуру системы, взаимосвязи между элементами системы, унифицированные протоколы взаимодействия между элементами;
- унифицированные средства построения интерфейса пользователя;
- унифицированный интерфейс взаимодействия с базами данных;
- формализованные требования к технологическому программному обеспечению системы;
- программное обеспечение для работы через выбранные унифицированные интерфейсы;
- интерфейсы пользователя для работы с адаптированными программами через унифицированный интерфейс;
- базу данных на логическом уровне;
- базу данных на физическом уровне;
- вычислительные методы для контроля и прогноза состояния ГТС на базе математических моделей с использованием данных наблюдений;
- графические интерфейсы конечного пользователя к информации, хранящейся в базе данных;
- приложения для:

а) визуализации процессов изменения контролируемых параметров во времени и друг от друга;

б) построения различных эпюр и изолиний, графиков изменения количественных диагностических показателей;

в) занесения измеренных значений контролируемых параметров в базу с контролем ошибок ввода и на соответствие ожидаемому значению;

г) экспорта данных из базы в каком-либо из выбранных форматов;

д) передачи результатов наблюдений адресатам по команде оператора;

е) подготовки отчетов.

9.2.5 В базе данных ИДС должны храниться:

- описание объектов наблюдения — паспортные данные сооружений, природные условия площадки гидроузла (климатические, топографические, инженерно-геологические, гидрологические, сейсмические), чертежи (разрезы, планы) сооружений;
- характеристики технических средств контроля — схемы размещения КИА, паспортные и тарировочные данные КИА;
- замеры по КИА;
- значения контролируемых диагностических показателей, переведенные в физические показатели (перемещения, температуры, деформации, пьезометрические напоры), контролируемые показатели, вычисленные по измеренным показателям (напряжения, градиенты напоров и т. д.);
- результаты визуальных наблюдений (качественные признаки, используемые при диагностическом контроле);
- документация о материалах и технологии возведения сооружений;
- документация об имевших место повреждениях, авариях и ремонтах, информация о землетрясениях, перенесенных сооружением;
- акты обследований состояния сооружений;
- критериальные значения контролируемых показателей;
- информация об используемых прогнозных моделях.

9.2.6 ИДС должна предоставлять пользователю доступ к визуальной информации в виде:

- графиков изменения контролируемых параметров во времени;
- графиков зависимостей одного контролируемого параметра от другого (в т. ч. от внешних воздействий — УВБ, температуры наружного воздуха);
- различных эпюр (отвесы, пьезометрические уровни, противодавление, осадки, напряжения);
- изолиний;
- форм ввода данных с контролем ошибок ввода и соответствия ожидающему значению;
- форм подготовки запроса и передачи данных наблюдений адресату по команде оператора для экспертной оценки;
- шаблонов подготовки отчетов.

9.2.7 Программный комплекс ИДС должен удовлетворять следующим требованиям:

- обеспечивать диагностический контроль сооружений в соответствии с требованиями законодательных и нормативных документов;
- иметь модульную структуру, где каждый модуль направлен на решение конкретной задачи (хранение данных, интерфейс, визуализация, экспресс-анализ и т. д.);
- обеспечивать представление программных модулей в виде исходных кодов и их документирование в соответствии с требованиями ГОСТ 19.106;
- использовать в программном обеспечении стандартные форматы передачи данных и изображений.

9.2.8 ИДС должна быть рассчитана на работу в наиболее распространенных в настоящее время на территории Российской Федерации операционных средах либо для повышения надежности и быстродействия иметь полностью функциональную мультиплатформенную версию.

9.2.9 ИДС объекта должна содержать в базах данных кроме материалов наблюдений за ГТС всю необходимую справочную информацию, проектные материалы, диагностические и расчетные показатели ГТС и их критериальные значения, схемы размещения КИА в контрольных створах и сечениях, паспортные и тарировочные данные измерительных приборов, программный комплекс и др., которыми обеспечивается на современном уровне обработка, интерпретация и анализ данных наблюдений, оценка технического состояния и безопасности ГТС.

### 9.3 Автоматизированная система диагностического контроля гидротехнических сооружений

9.3.1 АСДК ГТС ГЭС должна обеспечивать в автоматическом режиме постоянный надзор за режимом работы и состоянием ГТС, входящих в состав гидроузла. АСДК должна выдавать предупреждение о превышении критериальных значений контролируемых показателей состояния (критериев безопасности), разработанных и утвержденных в установленном порядке. АСДК должна включать в себя:

- верхний уровень — ИДС, обеспечивающую сбор, хранение, обработку и анализ результатов измерений по КИА, оперативное диагностирование и оценку безопасности сооружений;
- нижний уровень — АСО КИА с использованием датчиков, установленных в сооружениях, и телекоммуникационных средств передачи результатов измерений на сервер сбора данных.

Примечание — Для ГТС, не оснащенных или оснащенных в недостаточном количестве дистанционными ИУ, допускается применять АСДК (ИДС) без АСО КИА. При применении АСДК (ИДС) без АСО КИА регулярные измерения по приборам в сооружениях проводят «вручную» переносными вторичными приборами опроса и затем заноситься в компьютер информационно-диагностической системы для последующей обработки, интерпретации и анализа.

9.3.2 АСДК как составная часть системы мониторинга ГТС должна обеспечивать:

- автоматизированный опрос установленных в сооружение телеметрических приборов, регистрацию их показаний и передачу информации на пульт оператора;
- накопление и хранение данных наблюдений и др. необходимой информации;
- первичную и вторичную обработку данных измерений по КИА, сравнение их с критериальными значениями диагностических показателей;
- визуализацию данных наблюдений (построение таблиц, графиков, эпюр и др.);
- доступ к данным наблюдений, сравнение их с расчетными или экспериментальными проектными значениями и критериями безопасности;
- графическое отображение схем размещения КИА в контролируемых элементах сооружения (в контрольных секциях, сечениях, блоках, галереях (потернах), в основании и др.);
- контроль работоспособности (тестирование) измерительных приборов, установленных в сооружения.

9.3.3 АСО КИА (нижний уровень АСДК) должна базироваться на использовании измерительных терминалов, соединенных в общую локальную сеть. В состав терминала должны входить:

- электронный многоканальный коммутатор;
- аналого-цифровое устройство опроса приборов и приема сигналов от них;
- программируемый логический контроллер (микропроцессор), управляющий технологическим процессом опроса приборов и передачей информации на базовый компьютер.

9.3.4 АСДК ГТС должна удовлетворять следующим требованиям:

- быть «открытой системой», т. е. системой, построенной на основе стандартов, поддерживаемых большим числом фирм — производителей аппаратуры, и удовлетворяющей требованиям по функциональности, надежности, совместимости и взаимозаменяемости;
- обеспечивать автоматизированный опрос датчиков, сбор информации, ее передачу, обработку и анализ в ИДС контроля безопасности сооружений;

- использовать датчики серийного (промышленного) типа, удовлетворяющие требованиям по точности, диапазону измерений, долговременной стабильности, защищенности от внешних воздействий, метрологической аттестации и периодичности поверки. Должны использоваться датчики, сертифицированные в Российской Федерации в соответствии с ГОСТ Р 8.596;

- использовать проводные и радиочастотные линии связи для обмена информацией на основе технологии «промышленной сети» с унифицированным интерфейсом цифрового формата и применением шинной конфигурации;

- формировать информационный пакет данных натурных наблюдений с сохранением всей информации в памяти сервера промышленного компьютера и в архивах на независимых электронных носителях;

- осуществлять периодический автоматический опрос датчиков по заданному временному режиму с возможностью ручного запуска цикла опроса оператором;

- производить обработку измерительной информации: пересчет данных измерений в показания, определять работоспособность датчиков и каналов связи, выполнять сравнение показаний с пределами измерений.

9.3.5 Программно-технический комплекс АСО КИА должен выполняться на основе унифицированных технических, программных и информационных средств с использованием минимального числа типов и конструктивного исполнения аппаратуры и телекоммуникационного оборудования.

9.3.5.1 Эксплуатационная документация на АСО КИА должна включать в себя инструкцию по эксплуатации АСО КИА, которая определяет правила действия эксплуатационного персонала, администратора и пользователей системы при ее функционировании, проверке состояния и обеспечении ее работоспособности.

Инструкция по эксплуатации АСО КИА также должна включать в себя техническое описание системы, инструкцию для пользователя программного обеспечения системы, регламент технического обслуживания и ремонта датчиков, аппаратуры и оборудования АСО КИА.

9.3.5.2 Режим автоматизированного опроса КИА должен предусматривать регулярные замеры по всем датчикам системы с заданным интервалом времени. Прерывание такого режима может быть допущено только в специальных целях (например, для тестирования системы) с последующим восстановлением нормального режима периодического опроса. Изменения режима опроса КИА должны осуществляться с участием оператора АС под контролем администратора АСО КИА. Все результаты измерений по датчикам, установленным на автоматизированной КИА, должны размещаться в специальном архиве данных и автоматически передаваться в базу данных ИДС.

9.3.5.3 Визуализация работы системы АСО КИА должна быть организована на экране монитора центрального пульта и на АРМ, связанных с центральным пультом по локальной компьютерной сети. Подсистема экранной визуализации должна работать в режиме реального времени, показывать схему расположения ИУ, текущие замеры по датчикам и диагностические сигналы о состоянии измерительных каналов.

9.3.5.4 Техническое обслуживание АСО КИА должно предусматривать периодическую поверку средств измерения (первичных датчиков) уполномоченными органами метрологической службы специализированных предприятий или электростанции. Все случаи выполнения поверки средств измерения фиксируются в журнале регистрации работы АСО КИА.

Периодический осмотр элементов АСО КИА (2—4 раза в год) должен выполняться квалифицированным специалистом в целях контроля состояния датчиков, аппаратуры и оборудования. При осмотрах должны проверяться средства герметизации и защиты от влаги, предусмотренные по проекту АСО КИА, а также отсутствие физических повреждений. В интеграционных шкафах проверяется наличие электропитания, целостности присоединений на клеммных колодках, отсутствие повреждений выводов кабельных линий.

Оператор — пользователь АСО КИА со своего АРМ средствами ИДС периодически не реже одного раза в месяц просматривает результаты измерений по автоматизированной КИА в целях контроля исправной работы датчиков, линий связи, программного обеспечения и компьютера-сервера на центральном пульте. При выявлении отклонений от нормы в журнал контроля работы АСДК заносится соответствующая запись.

Кроме того, не реже одного-двух раз в месяц оператор—пользователь АСО КИА должен просматривать мнемосхемы визуализации на экране монитора, отображающие результаты работы системы в режиме реального времени. Фиксируемые АС отклонения от нормы должны отображаться на мнемосхемах цветовой индикацией для каждого измерительного канала системы. На этой основе пользователь АСО КИА отслеживает повторяющиеся случаи отклонения от нормы и принимает меры по их устранению.

Ответственный пользователь системы ежемесячно должен создавать твердую копию всего архива данных АСО КИА с результатами измерений за весь период наблюдений.

9.3.5.5 Организация ремонта и замены отдельных блоков системы предусматривает временное отключение датчиков, связанных с поврежденной аппаратурой без нарушения режима опроса остальных датчиков.

Ремонт элементов системы АСО КИА выполняется путем замены поврежденных блоков (датчиков) новыми. Для этого используют резервные элементы (датчики, модули сбора данных, блоки питания), которые поставляются вместе с основным оборудованием АСО КИА при установке системы на объекте.

Ремонт устройств электропитания интеграционных шкафов и кабельных коммуникаций выполняется силами электротехнической службы ГЭС или привлекаемыми специализированными субподрядными организациями.

Ремонт и обслуживание компьютерной техники, применяемой в центральном пульте АСО КИА и на рабочих местах пользователей АСДК, выполняют специалисты соответствующей службы электростанции.

Вышедшие из рабочего состояния элементы АСО КИА подвергаются экспертной оценке их технической пригодности для дальнейшего использования в качестве резервных элементов. В случае признания элементов неработоспособными они подлежат утилизации в установленном порядке.

Все случаи замены или ремонта фиксируются в журнале регистрации сведений о работе АСО КИА.

9.3.6 Для гидротехнических сооружений I, II и III классов состав основных технических и программных средств АС мониторинга их состояния представлен в приложении В.

9.3.7 Установленные на объекте АСДК и ИДС, входящие в систему мониторинга, должны быть испытаны в работе и сданы компании (организации) по акту приемки-сдачи.

## 10 Требования по периодичности регулярных наблюдений (мониторинга) гидротехнических сооружений

10.1 Регулярные инструментальные и визуальные наблюдения за ГТС должны проводиться в режиме мониторинга в сроки и с периодичностью, которые определяются программой наблюдений в соответствии с требованиями настоящего стандарта.

Программа наблюдений за ГТС в период эксплуатации разрабатывается проектной или специализированной научно-исследовательской организацией, имеющей опыт соответствующего вида деятельности.

Примечание — Периодичность инструментальных (визуальных) наблюдений — промежуток времени между предыдущим и последующим циклами измерений (визуальными осмотрами) по приборам, установленным в ГТС и контролируемым показатели его работы и технического состояния.

10.2 Регулярные наблюдения за ГТС должны начинаться на стадии их строительства и продолжаться непрерывно в течение всего периода жизненного цикла сооружений вплоть до их консервации или ликвидации.

10.3 Для каждого конкретного гидротехнического сооружения периодичность регулярных наблюдений устанавливается индивидуально и с учетом его технического состояния, характера реакции сооружения на нагрузки и воздействия, наличия (отсутствия) и интенсивности развития неблагоприятных для сооружения процессов или повреждений, условий эксплуатации.

10.4 При эксплуатации ГТС рекомендована следующая периодичность регулярных наблюдений (кроме осадок и горизонтальных перемещений):

- не реже одного цикла в 7—10 дней в период, предшествующий первоначальному наполнению водохранилища;
- не реже одного цикла в 5—7 дней в процессе наполнения водохранилища;
- в интервалах 10—15 дней в начальный период эксплуатации сооружения при завершении наполнения водохранилища и нормальных показателях его состояния вплоть до проявления признаков установившегося режима его работы;
- не реже одного цикла в 15 дней после выхода работы сооружения на установившийся режим и при отсутствии аномальных явлений или процессов.

10.5 Абсолютные осадки и горизонтальные перемещения ГТС контролируются с периодичностью: один (контрольный) цикл наблюдений обязательно проводится непосредственно перед началом наполнения водохранилища; от двух до четырех циклов наблюдений в месяц — в процессе наполнения водохранилища. В период нормальной эксплуатации ГТС геодезические наблюдения всех видов должны проводиться с частотой, устанавливаемой генеральным проектировщиком или научно-исследовательской организацией на основе анализа данных натурных наблюдений, но не менее чем один раз в год.

10.6 В исключительных случаях, когда в работе ГТС наблюдаются:

- проявление и интенсивное развитие опасных процессов (появление сосредоточенных очагов фильтрации);

- развитие суффозионного выноса грунта, просадочных и оползневых явлений; образование опасных трещин;

- резкие повышения фильтрационных напоров, расходов и градиентов напора, интенсификация осадок или горизонтальных смещений, раскрытия швов и трещин,

измерения по КИА и осмотры сооружения должны проводиться по учащенному графику ежедневно или несколько раз в сутки, вплоть до выяснения причин возникновения указанных процессов и реализации оперативных инженерных решений по их ликвидации.

10.7 Внеочередные циклы измерений по КИА и визуальных осмотров сооружений должны проводиться после прохождения катастрофических паводков, землетрясений силой более 5 баллов, сильных штормов (ураганов); форсировки уровня верхнего бьефа выше проектного, перемерзания дренажных устройств.

10.8 Изменения периодичности инструментальных наблюдений на эксплуатируемых гидротехнических сооружениях в сторону уменьшения количества циклов измерений (в месяц, в год) могут быть введены компанией (организацией) только при соответствующем обосновании этих изменений проектной или специализированной научно-исследовательской организацией в зависимости от соответствия работы и технического состояния сооружений требованиям проекта, критериям безопасности, а также степени информативности получаемых данных наблюдений.

10.9 Периодичность визуальных наблюдений (осмотров) устанавливается проектом в зависимости от класса и состояния ГТС и уточняется по результатам многофакторного анализа состояния сооружений.

Периодичность визуальных наблюдений (осмотров) рекомендуется принимать в пределах одного цикла в месяц.

## 11 Требования по обработке и интерпретации данных мониторинга

11.1 Первичная обработка данных мониторинга должна заключаться в переводе показаний КИА и измерительных устройств в физические величины контролируемых показателей сооружения (например, напряжения, напор, расход, температура, смещения и др.), в выявлении ошибок измерений и оперативном занесении полученной обработанной информации в базы данных ИДС (компьютер пользователя).

11.2 Вторичная обработка введенной в информационно-диагностическую систему мониторинга информации выполненных измерений по КИА должна проводиться с использованием программного комплекса.

Результаты вторичной обработки данных мониторинга должны быть представлены в виде таблиц, графиков изменения контролируемых показателей во времени и от действующих нагрузок, эпюр распределения значений показателей (напряжений, прогибов, осадок, смещений, напоров, температуры и др.) в пределах контрольных створов, секций, измерительных сечений.

На данном этапе обработки результатов мониторинга должны устанавливаться зависимости не только между контролируемыми диагностическими показателями ГТС и действующими на него нагрузками, но также между отдельными взаимосвязанными диагностическими показателями (например, между прогибами секций бетонной плотины и раскрытием швов, фильтрационным расходом и температурой воды в водохранилище и т. п.).

11.3 Первичная и вторичная обработки и интерпретация данных мониторинга должны выполняться подразделением (специалистами) ГЭС, осуществляющим оперативный контроль работы и технического состояния ГТС.

Результаты обработки данных наблюдений должны храниться в БД ИДС системы мониторинга, а также на отдельных носителях (электронных или бумажных) в архиве данных.

11.4 Для обеспечения корректности сравнения значений измеренных диагностических показателей технического состояния ГТС с их проектными и нормативными значениями ГТС должны периодически (при значительных изменениях условий и показателей работы ГТС) подвергаться поверочным расчетам по уточненным наблюдениями расчетным схемам и прогнозным математическим моделям — статистическим, детерминистическим или смешанным. Поверочные расчеты сооружений должны выполняться специалистами аналитического центра безопасности гидротехнических сооружений компании (организации) или специализированной проектной или научно-исследовательской организацией.

В расчетных схемах и моделях должны быть учтены конструктивные изменения в сооружении, внесенные в ходе строительства и эксплуатации, а также выявленные в ходе наблюдений особенности работы,

процессы и дефекты, влияющие на прочность и устойчивость сооружения и основания, реальные нагрузки и воздействия, физико-механические характеристики материалов.

Детерминистическая (расчетная) модель ГТС должна подвергаться калибровке на основе данных наблюдений и серии поверочных расчетов при различных значениях характеристик материалов и пород основания.

11.5 Статистические прогнозные модели следует применять для всего комплекса измеряемых диагностических показателей при наличии представительного временного ряда измерений в диапазоне воздействий, ранее испытанных ГТС.

11.6 Смешанные прогнозные модели следует применять в случаях, когда прогноз реального поведения сооружения на основе статистической или детерминистической модели оказывается неточным.

11.7 Сведения о регистрируемых визуальными наблюдениями повреждениях и дефектах в работе ГТС, а также неблагоприятных явлениях и процессах должны регулярно заноситься в журнал визуальных наблюдений с оценкой динамики их развития и наглядно отображаться условными обозначениями на масштабных картах-развертках поверхностей сооружений. На наиболее крупные и опасные повреждения ГТС должны заводиться специальные контрольные листы, отображающие весь процесс проявления, развития и устранения соответствующего повреждения с помощью технических мероприятий.

## 12 Анализ и оценка технического состояния гидротехнических сооружений по данным мониторинга

12.1 Анализу данных регулярных наблюдений и обследований (мониторинга) ГТС должна предварять работа по выявлению и оценке влияния на работу ГТС изменений первоначальных проектных решений, допущенных в процессе их строительства; кроме того, необходимо установить имевшие место повреждения, отказы и предаварийные ситуации в период строительства, ввода в эксплуатацию и в начальный период эксплуатации при полных проектных нагрузках, а затем оценить эффективность технических мероприятий, выполненных в связи с изменениями проекта и направленных на ликвидацию указанных повреждений.

12.2 При выполнении работ согласно 12.1 предварительно должна быть проведена проверка соответствия следующих параметров проектной документации:

- конструктивных и компоновочных решений сооружений;
- геометрических размеров элементов сооружений;
- конструкций противофильтрационных и дренажных устройств;
- типов волновых креплений и гасителей энергии водотоков;
- физико-механических и расчетных характеристик материалов сооружений (грунты, бетон);
- геологии основания;
- сейсмичности района и др. показателей.

Одновременно должны быть выявлены имевшие место повреждения ГТС (участки и элементы ГТС), а также характер этих повреждений и предварительные причины их возникновения (по данным заключений комиссий, актов осмотров, обследований и результатов специальных исследований ГТС).

12.3 Анализ данных мониторинга ГТС позволяет решить задачи по:

- оценке основных диагностических показателей работы и технического состояния ГТС и степени их соответствия требованиям норм, проектным положениям и соответствующим критериям безопасности;
- выявлению и оценке опасности для ГТС неблагоприятных процессов, явлений и тенденций в работе, зарегистрированных наблюдениями и обследованиями;
- установлению причин возникновения неблагоприятных процессов, явлений и тенденций в работе ГТС и оснований;
- разработке рекомендаций по обеспечению эксплуатационной надежности и безопасности гидротехнических сооружений, повышению эффективности системы мониторинга.

12.4 Данные мониторинга гидротехнических сооружений подвергаются трем видам анализа: экспресс-анализу, комплексному анализу и многофакторному анализу.

Примечания

1 Экспресс-анализ, проводимый подразделением (специалистами) ГЭС по контролю ГТС после каждого цикла измерений по КИА и визуальных осмотров ГТС, предусматривает оперативное сравнение наблюденных значений диагностических показателей с их критериальными значениями (критериями безопасности). По данным экспресс-анализа должна производиться оперативная оценка технического состояния ГТС: исправное, неисправное, предаварийное.

2 Комплексный анализ должен проводиться аналитическим центром или специализированной научной организацией, выполняющей по договору с компанией (организацией) функции аналитического центра для эксплуатируемых сооружений III и IV классов капитальности, а также для всех ГТС в первый год нормальной эксплуатации. В общем случае комплексный анализ должен предусматривать:

- установление соответствия или несоответствия фактических значений всех контролируемых диагностических показателей работы и состояния сооружений проектным, нормативным и критериальным показателям;
- ежегодные изменения этих показателей во времени и ретроспективе (за весь период наблюдений);
- определение адекватности реакции сооружений и их элементов на изменения нагрузок и воздействий.

3 Многофакторный анализ должен проводиться информационно-аналитическим центром компании (организации) или специализированной научной организацией по договору с компанией (организацией). Такой анализ должен предусматривать расчетную оценку прочности, устойчивости и надежности сооружений после 25 лет их эксплуатации независимо от их технического состояния. В поверочных расчетах должны использоваться данные комплексного анализа многолетних наблюдений для уточнения расчетных схем, нагрузок и воздействий.

В последующий период многофакторный анализ следует производить при существенном изменении во времени состояния конструкций, напряжений в них и условий эксплуатации ГТС.

12.5 В целях выявления возможных медленно развивающихся неблагоприятных процессов и нарушений нормальной работы сооружений при комплексном анализе данных мониторинга необходимо оценивать изменения диагностических показателей состояния сооружений во времени, используя при этом метод их сравнения при идентичных граничных условиях (по нагрузкам, напору, температуре, уровневому режиму водохранилища и т. п.).

12.6 На основании комплексного анализа данных мониторинга технического состояния различных типов эксплуатируемых гидротехнических сооружений должны быть установлены показатели и выявлены закономерности в соответствии с 12.6.1—12.6.4.

12.6.1 Для грунтовых плотин и дамб должны быть установлены следующие показатели и выявлены следующие закономерности:

- тенденция повышения, понижения или стабильности во времени положения поверхности депрессии при одних и тех же отметках уровней бьефов, наличие (отсутствие) выходов фильтрационного потока на поверхность низового откоса выше дренажа;
- закономерность изменения фильтрационного расхода через плотину и основание от действующего напора, наличие явлений изменения расходов, не мотивированных изменениями напора;
- значения действующих средних градиентов напора в области фильтрации, включая зоны разгрузки фильтрационного потока в дренаж, на дневную поверхность, в прослои грунтов относительно большей водопроницаемости в основании и др., соотношение натурных значений градиентов напора с допустимыми;
- динамика изменения в действующих очагах фильтрации и дренажах мутности профильтровавшейся воды во времени и в зависимости от действующего напора на плотину;
- соответствие фактических отметок гребня проектным отметкам;
- закономерность хода осадки плотины и основания, наличие (отсутствие) тенденции к ее затуханию во времени, степень равнозначности относительной осадки сооружения по его длине (в различных наблюдательных створах), проявление резкой интенсификации хода осадки;
- закономерность горизонтальных перемещений гребня плотины от действующего напора, наличие и характер затухания необратимой составляющей перемещений;
- динамика развития во времени, а также в зависимости от действующего напора, просадочных воронок, наметившихся оползней на откосах и берегах, трещин различных ориентаций на гребне, откосах и бермах;
- уровень нормальных сжимающих напряжений в противофильтрационных элементах плотины (в ядре, экране, диафрагме и т. п.), соотношение их значений с величинами удельного геостатического и гидростатического давлений в контролируемых сечениях; наличие и местоположение в ГТС зон растягивающих напряжений, соотношение этих напряжений с показателями прочности материала на растяжение;
- характер и размеры повреждений волновых креплений откосов плотины, соответствие проекту крупности камня, толщины и конструкции крепления;
- работоспособность дренажных устройств плотины и основания, наличие признаков и явлений их засорения, зарастания, перемерзания;
- местоположение и размеры образующихся зимой наледей на низовом откосе, береговых склонах и прилегающей территории нижнего бьефа, как следствие выхода на поверхность и замерзания профильтровавшейся воды.

12.6.2 Для бетонных сооружений должны быть установлены следующие показатели и выявлены следующие закономерности:

- фактическая реакция сооружения на разные сочетания действующих нагрузок и воздействий с оценкой причин несоответствия проектным схемам;
- степень соответствия уровня полученных по результатам измерений нормальных напряжений в бетоне и арматуре в наиболее напряженных элементах сооружения их расчетным значениям и нормативным (расчетным) сопротивлениям; зоны действия и уровень растягивающих напряжений в бетоне;
- наличие и оценка влияния на состояние сооружения нарушений сплошности среды в системе «сооружение-основание» (наличие и величины раскрытия трещин в бетонных элементах, зон разуплотнения), влияние трещин на изменение схемы статической работы сооружения, характер поведения трещин при изменении внешних нагрузок и воздействий;
- закономерность хода осадки, горизонтальных перемещений и наклонов сооружения во времени с учетом схем изменения действующих нагрузок и воздействий, тектонических нарушений основания, наличие и характер затухания необратимой составляющей горизонтальных перемещений гребня сооружения;
- степень соответствия фактических (полученных измерениями напоров) эпюр противодавления по подошве сооружения и в горизонтальных швах проектным; причины и динамика изменения противодавления во времени в зависимости от действующего напора и др. факторов;
- характер поведения строительных, температурных, осадочных и контактных швов под действием изменяющихся нагрузок и температуры, характер фильтрации воды через швы и трещины, развитие процессов выщелачивания бетона;
- динамика коррозии, кавитационных разрушений и абразивного износа поверхностного бетона, степень снижения его прочности в зонах переменных уровней воды, соответствие фактической прочности бетона в ответственных зонах сооружения требованиям проекта и норм;
- наличие и характер развития суффозионных процессов в основании, фильтрационная прочность основания;
- соответствие фактических показателей гашения напора на противофильтрационных элементах, соответствие схем работы дренажных устройств и значений дренажных расходов требованиям проекта;
- наличие и характер изменения необратимых деформаций элементов сооружения после сейсмособытий или техногенных динамических воздействий, а также вследствие ползучести стареющего бетона;
- наличие и характер деформаций дна и береговых склонов долины реки в створе сооружений и в зоне водохранилища (для высоких плотин).

12.6.3 Для подземных сооружений должны быть установлены следующие показатели и выявлены следующие закономерности:

- наличие и характер деформаций (смещений) скальных массивов, вмещающих подземные сооружения, по тектоническим трещинам и разломам;
- закономерность деформаций скальных стенок и сводов (конвергенций) камер машинных залов и других горных выработок для сооружений в зависимости от нагрузок, температурного режима и тектоники;
- значения и динамика развития измеренных фактических усилий в анкерах крепления стенок и сводов камер горных выработок, соотношение их с проектными расчетными значениями;
- степень соответствия уровня нормальных напряжений в бетоне и усилий в арматуре железобетонных обделок стен и сводов горных выработок их проектным и нормативным значениям;
- значения и характер изменения во времени давления воды на обделки креплений горных выработок (водоводов, машинных залов, щитовых помещений и др.);
- эффективность работы противофильтрационных элементов и дренажных устройств вокруг горных выработок подземных сооружений (цементационные завесы, дренажные штольни, скважины и т. п.);
- динамика деградации вечной мерзлоты в скальном массиве, вмещающем подземные сооружения (для сооружений, расположенных в зоне вечной мерзлоты).

12.6.4 Для подводящих и отводящих каналов должны быть установлены следующие показатели и выявлены следующие закономерности:

- характер и размеры повреждений креплений откосов канала;
- наличие (отсутствие) размывов, оплываний, локальных обрушений, просадок или пучения грунта откосов;
- закономерность хода осадки гребней дамб, ограждающих русло канала, соответствие фактических отметок гребней проектным отметкам;
- целостность уплотнений в швах между бетонными плитами крепления напорных откосов, состояние бетона плит;

- наличие и характер развития фильтрации воды из канала через ограждающие дамбы, тенденция изменения положения поверхностей депрессии и величины фильтрационных расходов;

- характер работы и затруднения в эксплуатации канала при резких изменениях режимов работы ГЭС, в осенне-зимние периоды шугохода, при очень низких температурах воздуха и т. п.;

- условия нарушения скоростного и уровенного режимов работы каналов ГЭС.

12.7 Многофакторный анализ прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности ГТС проводится путем выполнения серии поверочных расчетов с учетом произошедших изменений конструктивных решений, работы и условий их эксплуатации.

При определении расчетных значений показателей ГТС на различных стадиях их эксплуатации используемые основные параметры расчетных схем и моделей должны корректироваться на основании данных наблюдений за предшествующий период (уточняются гипотезы по сплошности среды, упругости материалов, размерности задач; в расчеты вводятся уточненные реальные нагрузки и воздействия, расчетные характеристики материалов). Серией поверочных расчетов должна осуществляться калибровка расчетных моделей для обеспечения достаточной точности при сопоставлении натурных и расчетных значений диагностических показателей работы и состояния сооружения.

12.8 При наличии нестабилизировавшихся процессов в работе ГТС, а также на основании результатов количественного анализа данных наблюдений и выполненных ретроспективных расчетов ГТС следует составить прогноз изменений его диагностических показателей на период дальнейшей эксплуатации.

12.9 На основании расчетов эксплуатируемых гидротехнических сооружений с учетом требований 12.7 должны быть назначены количественные критериальные значения $К_1$ и $К_2$ диагностических показателей (критерии безопасности), характеризующие их эксплуатационные состояния (исправное, неисправное, предаварийное).

12.10 При оценке состояния гидротехнических сооружений по результатам анализа данных наблюдений и исследований должны быть учтены требования 12.4. В результате анализа должна быть установлена степень соответствия или несоответствия фактических значений всех контролируемых диагностических показателей их работы и состояния проектным, нормативным и критериальным показателям, определена адекватность реакции сооружений и их элементов на изменения нагрузок и воздействий.

12.11 Оперативную оценку эксплуатационного состояния и безопасности ГТС и основания следует осуществлять на основе экспресс-анализа путем сравнения измеренных (или вычисленных на основе измерений) количественных и качественных диагностических показателей с их критериальными значениями $К_1$ и $К_2$, а также с прогнозируемым интервалом изменения диагностических показателей.

12.12 Оперативная оценка технического состояния ГТС должна производиться специализированным подразделением (специалистами) ГЭС, осуществляющим мониторинг, после каждого цикла измерений по КИА и визуальных осмотров сооружений.

12.13 Комплексная оценка работы, технического состояния и безопасности ГТС на основе анализа годичных и многолетних данных наблюдений должна производиться информационно-аналитическим центром компании (организации) или специализированной научной организацией, выполняющей по договору с компанией (организацией) функции аналитического центра. Надежность и техническое состояние сооружений оценивают по совокупности выявленных анализом показателей и закономерностей, приведенных в 12.6.1—12.6.4, а также по критериям безопасности $К_1$ и $К_2$.

12.14 Назначение численных значений критериев $К_1$ и $К_2$ должно производиться на основе результатов поверочных расчетов ГТС на основное и особое сочетание нагрузок, соответственно, или прогнозных статистических моделей с учетом требований норм для данного класса сооружения и результатов мониторинга.

12.15 Для эксплуатируемых сооружений сопоставлением диагностических показателей, полученных с помощью измерений, с их критериями должны быть установлены следующие состояния:

- исправное (работоспособное) — состояние сооружения, при котором оно соответствует всем требованиям нормативных документов и проекта. При этом значения диагностических показателей состояния сооружения не превышают своих критериальных значений $К_1$:

$$F_{нат} \le К_1, \qquad (12.1)$$

где $F_{нат}$ — измеренное (или вычисленное по измерениям) значение диагностического показателя состояния сооружения;

- неисправное (частично работоспособное) — состояние, при котором натурное значение хотя бы одного диагностического показателя стало большим (меньшим) своего критериального значения $К_1$ или вышло за пределы прогнозируемого при данном сочетании нагрузок интервала значений:

$$К_1 < F_{нат} \le К_2; \quad (12.2)$$

- предаварийное (неработоспособное) — состояние, при котором значение хотя бы одного натурного диагностического показателя стало большим (меньшим) своего критериального значения $К_2$. В этом случае эксплуатация сооружения недопустима без проведения оперативных мер по восстановлению требуемого уровня безопасности:

$$F_{нат} > К_2. \quad (12.3)$$

12.16 Помимо проверки выполнения (или невыполнения) условий (12.1)—(12.3), при оценке состояния ГТС должно быть проконтролировано попадание натурного значения диагностического показателя в доверительный интервал, прогнозируемый для реально действующих на момент проверки нагрузок или на определенный период эксплуатации сооружения:

$$F_{прог} - \delta \le F_{нат} \le F_{прог} + \delta, \quad (12.4)$$

где $F_{прог}$ — значение диагностического показателя, прогнозируемого расчетом или по статистической прогнозной модели;

$\delta$ — допускаемая погрешность прогнозной модели.

12.17 При выполнении условия (12.2), отвечающего переходу сооружения из исправного в неисправное состояние, должны быть приняты оперативные меры по приведению его в нормальное работоспособное состояние. При этом необходимо выполнить многофакторный анализ прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности сооружения и выявить причины его неисправности с участием специализированной проектной или научно-исследовательской организации.

12.18 Поверочные расчеты прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности сооружений в рамках многофакторного анализа необходимо проводить по уточненным многолетними наблюдениями расчетным схемам, математическим моделям, фактическим нагрузкам и воздействиям с учетом требований 12.7.

12.19 При оценке эксплуатационного состояния ГТС, наряду с измеренными (вычисленными) количественными диагностическими показателями, должны использоваться качественные диагностические показатели (признаки), контролируемые регулярными визуальными наблюдениями. Состав качественных диагностических показателей (признаков) и их критериальные значения $\tilde{К}_1$ и $\tilde{К}_2$ должны быть назначены экспертным методом, исходя из показателей нормальной работы и сценариев развития возможных опасных процессов, нарушений работы или повреждений данного конкретного сооружения и ожидаемых при этом последствий.

12.20 Результаты контроля и анализа данных систематических наблюдений по оценке состояния гидротехнических сооружений должны быть оформлены в виде отчетных документов и утверждены техническим руководителем эксплуатирующей организации.

## 13 Требования к отчетной документации результатов мониторинга

13.1 Отчетная документация о результатах мониторинга должна содержать полную информацию о техническом состоянии ГТС и обладать:

- наглядностью отображения изменений контролируемых диагностических показателей от нагрузок и воздействий, а также во времени в ретроспективе;
- сравнимостью результатов различных циклов измерений (наблюдений);
- оперативностью доставки пользователям.

13.2 Результаты экспресс-анализа и оперативного контроля состояния ГТС должны быть представлены в отчетной документации в сравнении измеренных (наблюденных) диагностических показателей с их критериальными значениями $К_1$ и $К_2$, характеризующими эксплуатационные состояния сооружений.

Форма представления отчетной документации оперативного контроля — краткое информационное заключение об изменениях, произошедших в работе ГТС, и таблица сопоставления наблюденных диагностических показателей с их критериальными значениями и оценкой состояния сооружений: исправное, неисправное и предаварийное.

Рекомендуемые формы таблиц представления результатов экспресс-анализа технического состояния сооружения по данным инструментальных (Ф.1) и визуальных (Ф.2) наблюдений количественных и качественных диагностических показателей приведены в приложении Г.

13.3 Обобщенные результаты, приведенные в отчетной документации текущего контроля (за текущий год), должны содержать материалы комплексного анализа и оценки работы и безопасности, произошедших изменений в техническом состоянии ГТС, включая наметившиеся неблагоприятные процессы и явления, снижающие их эксплуатационную надежность и безопасность.

Форма представления отчетной документации текущего контроля — аналитический технический отчет об оценке состояния ГТС с заключениями, иллюстрациями, выводами и рекомендациями по улучшению состояния сооружений. Отчетная документация текущего контроля должна разрабатываться информационно-аналитическим центром компании (организации) (подразделением, выполняющим эти функции, как бы оно ни называлось).

13.4 Отчетная документация по многофакторному анализу состояния гидротехнических сооружений должна быть представлена в форме аналитического технического отчета с оценкой их прочности, устойчивости и эксплуатационной надежности на основании многолетних данных наблюдений и выполненных поверочных расчетов. Отчетная документация должна разрабатываться специализированной научной организацией — исполнителем работы по договору с компанией (организацией) или информационно-аналитическим центром компании (организации).

13.5 Отчетная документация результатов мониторинга ГТС должна содержать раздел с рекомендациями, направленными на обеспечение (повышение) эксплуатационной надежности и безопасности ГТС, улучшение условий их эксплуатации и системы контроля, проведение необходимых ремонтных работ или реконструкции, дооснащение ГТС КИА, модернизация системы мониторинга, проведение специальных исследований, повышение квалификации персонала и др.).

13.6 Результаты наблюдений, данные их обработки и отчетная документация о состоянии ГТС должны храниться в течение установленного срока и систематически пополняться в базах данных информационно-диагностических систем мониторинга ГЭС и информационно-аналитического центра компании (организации).

13.7 В базы данных структур (системы) управления безопасностью ГТС компании (организации) отчетные материалы должны передаваться в виде:

- обобщенной экспресс-информации о состоянии ГТС каждой ГЭС — службами мониторинга ГЭС;
- обобщенной аналитической информации о состоянии ГТС каждой ГЭС и рекомендаций по обеспечению их исправного эксплуатационного состояния — информационно-аналитическим центром компании (организации).

13.8 Порядок, сроки и форма взаимного предоставления информации о состоянии ГТС должны определяться соответствующим стандартом (регламентом) компании (организации).

13.9 Для оперативной передачи отчетной документации с результатами наблюдений за ГТС соответствующим адресатам (аналитический центр, технические руководители ГЭС и компании, надзорные органы), система мониторинга должна быть обеспечена соответствующими каналами и формами передачи информации.

## 14 Специальные требования по мониторингу гидротехнических сооружений при нормальных условиях их эксплуатации

14.1 При нормальных условиях эксплуатации ГТС мониторинг должен обеспечивать оперативный контроль необходимого количества назначенных в проекте нагрузок и воздействий, основных показателей нормальной работы, технического состояния, эксплуатационной надежности и безопасности ГТС.

При возникновении заметных нарушений нормальной работы сооружения для выяснения причин этих нарушений должны быть организованы специальные наблюдения или исследования.

14.2 На случай возникновения на эксплуатируемых ГТС возможных опасных повреждений или предаварийных ситуаций для каждого сооружения, согласно [1], заранее должны быть разработаны их сценарии и типовые инженерно-технологические решения по оперативному предотвращению их развития (подавлению), адаптированные к местным условиям.

К эксплуатационному персоналу ГТС должны предъявляться требования по детальному изучению разработанных инженерно-технологических решений и готовности к их оперативному применению в экстремальных ситуациях.

14.3 Для обеспечения готовности ГЭС к оперативной ликвидации возможных опасных повреждений или предаварийных ситуаций на сооружениях с использованием заранее разработанных типовых инженерно-технологических решений на объекте (ГЭС) заранее должна быть создана материально-техническая база, включающая в себя необходимые материалы, машины и механизмы.

14.4 Специальные требования 14.2 и 14.3 должны быть включены в показатели мониторинга ГТС и организован постоянный контроль за их соблюдение.

## 15 Специальные требования по мониторингу гидротехнических сооружений в условиях стихийных явлений и предаварийных ситуаций

15.1 Порядок проведения мониторинга должен предусматривать оперативный, в том числе в режиме реального времени, контроль за работой и состоянием ГТС в условиях стихийных явлений (прохождение катастрофического паводка, землетрясение, ураган, шторм, аномально низкие температуры воздуха) и в предаварийных ситуациях, вызванных отказом или опасными повреждениями ответственных элементов сооружений (противофильтрационных и дренажных устройств, несущих нагрузку конструкций, откосов земляных плотин, основания).

15.2 При пропуске через сооружения ГЭС катастрофического паводка должен быть обеспечен постоянный контроль за:

- состоянием и исправностью работы затворов и подъемных механизмов водосбросов;
- уровенным режимом верхнего бьефа с оценкой реальной угрозы переполнения водохранилища и перелива воды через гребень сооружения (в первую очередь — через земляную плотину);
- ледовыми и лесосплавными заторными явлениями перед водосбросными сооружениями;
- вибрациями сооружений (затворов), вызванных потоком воды;
- опасными размывами (подмывами) напорных сооружений со стороны нижнего бьефа;
- торфяными полями в верхнем бьефе.

15.3 При ураганах и штормах должен быть обеспечен постоянный контроль за:

- размывами противоволновых креплений напорных откосов земляных плотин и дамб;
- перехлестами воды и размывами гребней земляных плотин;
- исправностью работы линий электропередачи и распределительных устройств, обеспечивающих технологическое энергоснабжение гидромеханического и другого оборудования ГЭС.

15.4 В период длительного действия аномально низких температур наружного воздуха должен быть обеспечен постоянный контроль за работой и возможным перемерзанием дренажных устройств в ГТС и основании в целях принятия мер по его предупреждению.

15.5 После прохождения землетрясения силой более 5 баллов должны быть оперативно выполнены измерения по всему комплексу КИА; ГТС должны быть оперативно и тщательно визуально обследованы специалистами-гидротехниками на предмет выявления и оценки (по данным наблюдений) опасных повреждений сооружений, произошедших в результате землетрясения, а также намечены ремонтно-восстановительные мероприятия безотлагательного характера.

15.6 При возникновении на сооружениях опасных повреждений или отказов эксплуатационным персоналом должны быть приняты безотлагательные меры по реализации типовых инженерно-технологических решений по их подавлению и ликвидации. Типовые инженерно-технологические решения должны быть заранее адаптированы к сооружениям объекта и местным условиям, а также детально изучены эксплуатационным персоналом. Для оперативной реализации этих решений на объекте заранее должна быть создана необходимая материально-техническая база (с участием баз предприятий региона, задействованных в плане локализации и ликвидации аварийных ситуаций на ГТС объекта).

15.7 В процессе ликвидации повреждений или предаварийной ситуации на ГТС должен осуществляться оперативный мониторинг по оценке эффективности выполняемых мероприятий по инженерной защите сооружений.

## 16 Мониторинг окружающей среды в границах влияния гидротехнических сооружений

16.1 При существенном влиянии эксплуатируемых гидротехнических сооружений на экологию должен быть предусмотрен мониторинг водной, наземной и воздушной экосистем, проводимый в целях оценки экологических процессов, действенности принятых проектом природоохранных мероприятий, проверки, уточнения, корректировки оценок и прогнозов до стадии стабилизации процессов взаимодействия ГТС с природным комплексом. Мониторинг следует производить в соответствии с требованиями [1].

16.2 Мониторинг окружающей природной среды должен осуществляться в пределах границ земельного отвода для строительства ГЭС. В случаях, когда неблагоприятное влияние ГТС распространяется за границы земельного отвода ГЭС, сфера действия мониторинга окружающей природной среды должна быть по согласованию с органами исполнительной власти и органами местного самоуправления в соответствии с [7] расширена до границ влияния.

## 17 Порядок ввода в эксплуатацию технических средств системы мониторинга

17.1 Приемка от подрядных организаций и ввод в эксплуатацию технических систем мониторинга ГТС должна производиться поэтапно, по мере готовности ее отдельных элементов и узлов.

17.2 В процессе приемки и ввода в эксплуатацию элементов и узлов системы мониторинга должны быть предусмотрены следующие проверки:

- работоспособность КИА, установленной в сооружения и в основании, а также каналов связи измерительных приборов с промежуточными измерительными пультами;
- работоспособность средств коммутации измерительных приборов и правильность их маркировки на коммутаторах;
- комплектность, правильность монтажа и работоспособность элементов системы автоматизированного опроса КИА и ее программного комплекса (на объектах, на которых эти системы применяются);
- работоспособность и достаточность программно-технических средств информационно-диагностической системы мониторинга;
- комплектность и достаточность технического, информационного, метрологического, программно-лингвистического и организационно-методологического обеспечения системы мониторинга.

17.3 Полностью законченная система мониторинга при вводе в эксплуатацию должна быть многократно апробирована в работе в тестовом режиме и в режимах реальных измерений диагностических показателей контролируемых ГТС, обработки и интерпретации результатов измерений, оценки технического состояния сооружений, а также в режимах передачи обобщенных данных мониторинга адресатам контроля и надзора за безопасностью сооружений.

## 18 Требования по использованию данных мониторинга технического состояния гидротехнических сооружений в практике их эксплуатации

18.1 Данные мониторинга ГТС должны быть использованы для:

- постоянного отслеживания всех изменений в работе и техническом состоянии сооружений, происходящих в период их эксплуатации при различных режимах нагрузок и воздействий;
- своевременного выявления дефектов в работе сооружений, неблагоприятных процессов и явлений, снижающих их эксплуатационную надежность и безопасность;
- оперативной оценки соответствия технического состояния гидротехнических сооружений критериям безопасности, а также нормативным значениям допустимого риска аварий;
- своевременной разработки и реализации ремонтных мероприятий на сооружениях, направленных на обеспечение эксплуатационной надежности и безопасности сооружений;
- оценки технической эффективности выполняемых или выполненных ремонтных мероприятий на сооружениях;
- оперативного информирования компании (организации) и надзорных органов о реальном техническом состоянии ГТС, нарушениях и об отказах в их работе или опасных повреждениях для принятия безотлагательных мер по приведению сооружений в нормальное состояние и предотвращения возникновения аварийных ситуаций.

18.2 Данные мониторинга и многолетних наблюдений и исследований ГТС должны быть обобщены и проанализированы компанией (организацией), специализированными научными и проектными организациями в целях совершенствования методов расчета, проектирования, разработки нормативных документов, правил эксплуатации ГТС.

18.3 Данные мониторинга, касающиеся соответствия (несоответствия) ГТС и условий его эксплуатации проекту и нормам, снижения во времени механической и фильтрационной прочности и устойчивости его элементов, соответствия его диагностических показателей критериям безопасности должны быть использованы для установления уровня безопасности гидротехнического сооружения.

Уровень безопасности гидротехнического сооружения (нормальный, пониженный, неудовлетворительный или опасный) должен быть установлен по совокупности указанных выше факторов экспертным путем согласно [1].

## 19 Требования к построению системы геодинамического мониторинга

### 19.1 Определение диагностических показателей и критериев безопасности гидротехнических сооружений

19.1.1 Для каждого напорного ГТС должны быть установлены критериальные значения количественных и качественных диагностических показателей $К_1$ и $К_2$, с которыми должны сравниваться результаты режимных геодинамических наблюдений и которые, в свою очередь, могут уточняться на основании результатов этих наблюдений.

19.1.2 Выбор контролируемых диагностических показателей должен обеспечивать получение информации, необходимой и достаточной для контроля за состоянием ГТС и его основания.

19.1.3 Для контроля за состоянием ГТС и его основания необходимо отслеживать следующие основные диагностические показатели, позволяющие оценить техническое состояние ГТС и выявить возможные отклонения (нарушения) нормального режима его эксплуатации:

- деформации (осадки и горизонтальные смещения) сооружений и их оснований;
- напряжения в материалах сооружений и в основаниях;
- фильтрационные расходы в сооружении и основании;
- температура и химический состав дренажных вод;
- пьезометрические градиенты фильтраций (поровое давление);
- скорости и затухания продольных и поперечных волн различных диапазонов частот;
- параметры сейсмического режима (интенсивности, частоты повторяемости, карты распределения, классы сейсмических событий и др.);
- уровень акустической эмиссии в конструкциях сооружения и в основании/вмещающем массиве;
- эффективные электросопротивления и др. характеристики геоэлектрического и геотермального полей;
- собственные частоты и декременты затухания колебаний для отдельных блоков/элементов и сооружения в целом, а также различных участков основания.

19.1.4 Дополнительные контролируемые диагностические показатели должны быть назначены для каждого гидротехнического сооружения индивидуально в зависимости от его конструктивных особенностей, инженерно-геологических условий, действующих геодинамических факторов и др.

### 19.2 Основные виды режимных геодинамических наблюдений

19.2.1 На геодинамических полигонах должны проводиться следующие основные виды режимных геодинамических наблюдений:

а) геодезические наблюдения за осадками, наклонами, горизонтальными смещениями и взаимными подвижками отдельных блоков сооружения и основания;

б) сейсмологические наблюдения на локальной сети для контроля сейсмического режима площадки месторасположения ГТС, а также в зоне ложа водохранилища и в нижнем бьефе близ створа;

в) сейсмометрические наблюдения на сооружении и в основании для контроля их сейсмостойкости;

г) геофизические наблюдения, включая:

1) сейсмическое профилирование КМПВ и многоточечное сейсмическое просвечивание для контроля НДС и прочностных свойств основания;

2) электрометрические наблюдения методами ВЭЗ и ЭП для контроля НДС основания и сооружения;

3) акустико-эмиссионные (АЭ) наблюдения и УЗК для контроля НДС и трещинообразования в локальных потенциально опасных блоках сооружения и основания;

4) электрометрические наблюдения методом ЕП и комплексный каротаж (ТМ, РЗМ, каротаж сопротивлений и др.) для контроля фильтрационного режима;

5) наблюдения методами РЗМ, ТМ, радиоизотопными методами в одной или нескольких скважинах, а также модификацией МЗТ для определения направления и скорости движения подземных вод;

6) наблюдения сейсмические (КМПВ, ОГТ) и электрометрические (ВЭЗ, ВЭЗ ВП, ВЭЗ МДС, ГРЛЗ, МЗТ, ЭП) для изучения опасных геодинамических явлений (карстовых и термокарстовых провалов, оползней);

д) специальные гидрогеологические наблюдения за фильтрационным режимом в ТПС и гидрогеодинамическими процессами на площадке расположения ГТС, а также в зоне ложа водохранилища и в нижнем бьефе близ створа;

е) специальные геомеханические исследования для контроля НДС, прочностных свойств и трещинообразования в локальных потенциально опасных блоках сооружения и основания;

ж) тестовые динамические испытания для контроля динамических характеристик сооружений.

19.2.2 В отдельных случаях в состав геодинамических наблюдений должен быть включен радиоизотопный каротаж скважин для оценки плотности и влажности грунтов.

19.2.3 Сейсмологические и инженерно-сейсмометрические наблюдения помимо изучения сейсмичности и сейсмического режима района, должны оценивать влияние эксплуатационного режима ГЭС на сейсмическую активность согласно ГОСТ Р 22.0.01 и ГОСТ Р 22.1.11.

### 19.3 Измерительные средства геодинамических наблюдений, измерительные и информационно-коммуникационные системы геодинамических полигонов

19.3.1 Выбор аппаратуры и оборудования для измерительной системы геодинамического полигона должен производиться с учетом действующих геодинамических факторов и заданных диагностических показателей — контролируемых параметров, а также конструктивных особенностей гидротехнического сооружения, инженерно-геологических условий основания и вмещающего массива, природно-климатических условий.

19.3.2 Измерительные датчики и регистрирующая аппаратура должны обеспечивать требуемую точность измерений, а также сохранять:

- постоянство характеристик в течение срока эксплуатации;
- работоспособность при различных режимах функционирования полигона;
- устойчивость к атмосферным воздействиям (в широком диапазоне изменения температур от минус 40 °С до плюс 40 °С).

Конструкция измерительных датчиков и регистрирующей аппаратуры должна обеспечивать их безопасность (защищенность от внешних воздействий) и возможность контроля их работоспособности, ремонта и(или) замены без нарушения принятого режима эксплуатации измерительной сети. Выбор датчиков и регистрирующей аппаратуры для выполнения конкретного вида измерений должен определяться возможностью его выполнения в автоматизированном режиме по заданной программе(ам).

19.3.3 Регулярные наблюдения за изменениями заданных диагностических показателей, характеризующих состояние ТПС и ход в ней природных и техногенных геодинамических процессов, должны проводиться с использованием специальной измерительной системы (наблюдательной сети).

Измерительная система должна соответствовать требованиям:

- стационарности пунктов наблюдений, возможности соблюдения идентичности методики и техники измерений;
- комплексности наблюдений и согласованного контроля за изменениями независимых параметров среды разными методами в одном пункте наблюдений или на одном участке;
- контроля однотипных геодинамических процессов (явлений) на разных масштабных уровнях, в разновеликих объемах;
- наличия тестовых устройств для проверки работоспособности и калибровки измерительных датчиков и регистрирующей аппаратуры;
- ремонтопригодности.

При разной степени автоматизации различных видов геодинамических наблюдений допустимо использование различных методов отсчета результатов измерений, включая ручной, полуавтоматический и автоматизированный.

19.3.4 В составе информационно-коммуникационной системы геодинамического полигона должны быть созданы ИОЦ, внутренняя и внешняя подсистемы связи. Информационно-коммуникационная система должна обеспечивать сбор, обработку, хранение и анализ получаемой на измерительной системе информации, а также экстренное оповещение по заданным адресам о прогнозируемых либо произошедших ЧС.

Информационно-коммуникационная система геодинамического полигона должна работать в режиме реального времени и быть адаптирована технологически и информационно к АСДК ГТС.

19.3.4.1 Внутренняя подсистема связи (внутренняя коммуникационная сеть) должна обеспечивать передачу информации от измерительной сети в ИОЦ. Для передачи информации следует применять кабельные и телеметрические линии связи, передающие и приемные устройства, антенны, коммутаторы и пр. Подсистема должна обеспечивать передачу в ИОЦ оперативной информации, включая текущие метеоусловия, эксплуатационные показатели ГТС, сведения о текущих инженерных мероприятиях, данные режимных наблюдений на сооружении, в его основании и в прилегающем районе в электронной и бумажной формах.

19.3.4.2 ИОЦ должен обеспечивать сбор исходных и отбраковку некондиционных данных, первичную обработку, формирование исходных временных рядов, перевод информации в электронную форму (оцифровку), архивирование и хранение информации (в электронной форме и в случае необходимости в виде твердых копий), формирование базы данных геодинамического полигона, создание условий для анализа многомерных временных рядов в масштабе времени, близком к реальному, оперативное отображение результатов геодинамических наблюдений, оценку текущей геодинамической обстановки и прогнозирование возможных ЧС.

19.3.4.3 Внешняя подсистема связи (внешняя коммуникационная сеть) должна выполнять оповещение административных органов различного уровня о прогнозируемых либо произошедших ЧС, передачу обработанной и проанализированной в ИОЦ информации в региональный ИОЦ, обмен информацией с геодинамическими полигонами, действующими на других ГТС. Подсистему следует использовать для получения необходимой информации от вышестоящих организаций и административных органов.

19.3.4.4 Информационно-коммуникационная система должна обеспечивать выполнение следующих требований:

- соблюдение действующих правил оборудования внутренней телефонной и модемной связи на ответственных объектах;
- регулярное тестирование и защиту линий внутренней связи от помех для снижения искажений;
- использование для хранения информации накопительных устройств с большими объемами памяти;
- наличие дублирующей системы энергоснабжения ИОЦ;
- защиту линий внешней связи от несанкционированного проникновения, дублирование линий внешней связи.

### 19.4 Типовые методики и периодичность различных видов режимных наблюдений

19.4.1 Методики отдельных видов наблюдений следует назначать исходя из заданных контролируемых параметров, условий измерений на спроектированной измерительной сети, характеристик выбранных датчиков и регистрирующей аппаратуры с учетом природно-климатических условий.

Методики наблюдений должны обеспечивать надежную регистрацию контролируемых параметров, заданную точность измерений, современные (компьютеризированные и автоматизированные) технологии выполнения измерений, обработки и представления данных. Обязательным условием является постоянство методик всех видов режимных наблюдений.

19.4.1.1 Типовые методики геодезических наблюдений включают:

- геометрическое и гидростатическое нивелирование, наклонометрию на территории ГТС, в т. ч. в основаниях сооружений, подземных выработках, на поверхности и внутри сооружений для изучения вертикальных движений (осадок) и наклонов земной поверхности и сооружения;
- полигонометрию, створные измерения на поверхности сооружения и в основании, в горных выработках и внутри сооружений для изучения горизонтальных смещений.

19.4.1.2 Типовая методика сейсмологических наблюдений предусматривает площадные наблюдения на локальной сети, включающей 3—4 сейсмические станции.

В случае наличия выявленных активных сейсмогенерирующих зон в районе гидроузла и водохранилища, наблюдения по ним должны выполняться по специально-разработанному проекту.

19.4.1.3 При типовых сейсмометрических наблюдениях сейсмические датчики (трехкомпонентные сейсмографы, велосиметры и акселерометры) размещаются в теле ГТС и в основании сооружения. Измерения должны выполняться в нескольких важных сечениях сооружения и на различных его отметках (на поверхности основания, в средней по высоте части сооружения и на гребне — на поверхности).

19.4.1.4 Типовые методики геофизических наблюдений включают:

- сейсмоакустические наблюдения (сейсмическое профилирование КМПВ на поверхности и в подземных выработках, многоточечное сейсмическое просвечивание целиков между выработками и скважинами,

УЗК вертикальных и наклонных шпуров и скважин, АЭ измерения в шпурах, скважинах и на поверхности породных блоков и конструкций);

- электрометрические наблюдения (измерения методами ВЭЗ и ЭП на поверхности и в подземных горных выработках, измерения методом ЕП);

- каротажные наблюдения в вертикальных и наклонных скважинах (электрокаротаж, резистивиметрия, термометрия, инклинометрия, кавернометрия, расходометрия, радиоактивный каротаж).

Состав и объем применения геофизических методов должен быть определен проектной организацией. Радиоактивный каротаж целесообразно осуществлять пассивными методами контроля (содержание радона и др.).

19.4.1.5 Типовые методики специальных гидрогеологических наблюдений включают в себя измерения фильтрационных расходов в сооружении и основании, измерения температуры и определение химического состава дренажных вод, пьезометрических градиентов фильтраций (порового давления) на территории ГТС. Методики гидрогеодеформационных наблюдений предусматривают наблюдения на сети специально оборудованных скважин за изменениями давления подземных вод, связанных с подготовкой к землетрясениям, на территории ГТС, а также в зоне водохранилища и в нижнем бьефе близ створа.

Наблюдения по гидродеформационным скважинам минимально должны включать кроме измерений давления подземных глубинных вод — измерения температуры массива, минерализации вод, содержание выделяемых газов (радон или др.).

19.4.1.6 Типовые методики специальных геомеханических испытаний включают в себя статические нагружения массива (прессиометрия и плоские гидравлические подушки) для контроля напряженного состояния, деформационных и прочностных свойств в локальных зонах основания и сооружения.

19.4.2 Для проведения режимных наблюдений по установленным методикам специализированными организациями должны быть разработаны и утверждены инструкции, подробно описывающие технологии выполнения измерений, способы контроля работоспособности и тестирования измерительных приборов и регистрирующей аппаратуры, порядок ведения и хранения записей, а также инструкции по оперативному ремонту (замене) измерительных приборов и подсистем, в т. ч. после опасных геодинамических явлений, позволяющие минимизировать потери информации, и устанавливающие сроки выполнения ремонтных работ.

19.4.3 Периодичность измерений (частота опроса) должна определяться индивидуально для различных методов наблюдений в зависимости от характера и интенсивности изменений контролируемого параметра. Периодичность измерений должна изменяться в зависимости от режима функционирования полигона. Объем и периодичность наблюдений должны быть определены проектной организацией.

При нормальном режиме эксплуатации геодинамического полигона типовая периодичность геодезических наблюдений составляет два раза в год. Сейсмологические, сейсмометрические, гидрогеодеформационные, а также деформометрические и наклономерные наблюдения следует вести в непрерывном режиме. Геофизические измерения следует выполнять четыре раза в год, а измерения методом гидравлического разрыва — два раза в год.

В процессе эксплуатации геодинамического полигона периодичность отдельных видов режимных наблюдений должна корректироваться на основании полученных результатов и с учетом возможных изменений состояния ГТС; изменения периодичности наблюдений должны утверждаться эксплуатирующей организацией и согласовываться с проектной организацией.

### 19.5 Типовые методики обработки данных режимных геодинамических наблюдений

19.5.1 Типовая схема первичной обработки информации включает в себя формирование базы данных в АСДК ГТС с отбраковкой некондиционных данных и их первичную обработку до физических параметров. Дальнейшая обработка информации включает в себя использование программного комплекса АСДК ГТС для оценки:

- цикличности или необратимости, стабилизации или развития процессов;
- активности тектонических и гравитационных аномалий в районе гидроузла и водохранилища;
- геодинамической обстановки на ГТС и площадки его размещения;
- прогнозных вариантов возможных ЧС.

19.5.2 В процессе оценки геодинамической обстановки должны выполняться:

- проверка соответствия диагностических параметров ТПС проектным положениям;
- проверка соответствия НДС ТПС нормативным требованиям по безопасности с учетом возможных геодинамических воздействий и изменений свойств пород основания и конструктивных материалов.

На основании результатов оценки геодинамической обстановки должны быть:

- выработаны рекомендации по безопасному режиму эксплуатации и по принятию управляющих решений, направленных на предотвращение аномальных (катастрофических) геодинамических явлений;

- разработаны инженерно-технические мероприятия, направленные на предотвращение и ликвидацию последствий аномальных (катастрофических) геодинамических явлений;

- выполнены своевременное оповещение и эвакуация людей из зоны возможной катастрофы.

### 19.6 Представление данных геодинамического мониторинга

19.6.1 Общий порядок представления данных геодинамического мониторинга определяется требованиями, содержащимися в Федеральном законе [2] и в Положении [8].

19.6.2 В нормальном режиме функционирования геодинамического полигона отчетную информацию необходимо представлять в виде:

- краткой оперативной информации (заключения) о текущем состоянии ТПС — в течение двух недель после выполнения цикла измерений;

- аналитического технического отчета по оценке состояния ТПС по результатам эксплуатации полигона в течение квартала/полугодия. Срок представления отчета — в течение одного месяца по окончании отчетного периода.

Отчет должен содержать оценку геодинамической обстановки: интенсивность и направленность геодинамических процессов, наличие и развитие опасных геодинамических явлений, а также рекомендации по обеспечению безопасности сооружения и прогноз дальнейшего развития геодинамических процессов.

19.6.3 При работе геодинамического полигона в режиме повышенной опасности оперативная информация должна представляться один раз в неделю, а при осложнении геодинамической обстановки — ежедневно. В установленные руководством эксплуатирующей организации сроки аналитическая группа ИОЦ должна представлять заключения о состоянии ТПС и прогнозы развития геодинамической обстановки. При ухудшении геодинамической обстановки соответствующая информация должна быть передана в региональные подразделения федерального органа исполнительной власти, уполномоченного в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, в органы государственной власти соответствующего субъекта Российской Федерации и органы местного самоуправления.

19.6.4 При наступлении ЧС полигон должен быть переведен в чрезвычайный режим функционирования, предполагающий сбор и обработку информации в режиме реального времени. В чрезвычайном режиме обработанная информация (заключения о состоянии ТПС и геодинамической обстановке) должна быть немедленно передана руководству эксплуатирующей организации, в региональные подразделения федерального органа исполнительной власти, уполномоченного в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, органы государственной власти соответствующего субъекта Российской Федерации и органы местного самоуправления.

### 19.7 Организация эксплуатации и обслуживания геодинамического полигона

#### 19.7.1 Организация управления и эксплуатации полигона

После приемки геодинамического полигона эксплуатирующая организация в своем составе должна сформировать специальное подразделение, на которое должны быть возложены обязанности по реализации основных функций полигона. При невозможности образования такого специального подразделения в составе организации к выполнению геодинамического мониторинга следует привлечь специализированную организацию.

#### 19.7.2 Основные функции геодинамического полигона

19.7.2.1 Постоянная эксплуатация геодинамического полигона должна осуществляться в строгом соответствии с требованиями, установленными в проекте.

19.7.2.2 На геодинамическом полигоне должны выполняться:

- режимные наблюдения на стационарной измерительной сети;

- сбор и обработка первичной информации;

- анализ результатов и выявление прогностических признаков аномальных геодинамических процессов и явлений;

- разработка сценариев реагирования на последствия опасных геодинамических процессов, способных вызвать аварию или катастрофу.

19.7.2.3 По данным мониторинга должны производиться:

- выявление опасных для ГТС геодинамических процессов и явлений;

- планирование дополнительных видов наблюдений для контроля за развитием техногенных и техногенно-индуцированных процессов и явлений;

- корректировка критериальных показателей ГТС;

- корректировка сценариев реагирования на ЧС;

- корректировка регламентных мероприятий по устранению последствий аварий и катастроф.

**19.7.3 Основные режимы функционирования полигона**

19.7.3.1 Установлены три режима функционирования полигона: нормальный режим, режим повышенной готовности и режим чрезвычайной ситуации.

19.7.3.2 Основной режим работы полигона — нормальный. В этом режиме наблюдения следует вести на стационарной измерительной сети с установленной (нормативной) периодичностью. Сбор, передача и накопление информации должны осуществляться в штатном режиме.

19.7.3.3 Режим повышенной готовности (опасности) должен вводиться в периоды активизации геодинамических процессов или при резком изменении технологического режима эксплуатации ГТС. В этом режиме должны быть включены в работу все входящие в измерительную систему датчики, увеличена частота наблюдений, ускорены сбор, обработка и передача информации.

19.7.3.4 Чрезвычайный режим функционирования полигона должен вводиться в случаях реальной угрозы возникновения опасного геодинамического явления, после опасного явления или при обнаружении на ГТС локальных разрушений, представляющих угрозу для его безопасной эксплуатации. В чрезвычайном режиме следует организовать дополнительные пункты наблюдений, резервный пульт управления измерительной системой, увеличить периодичность измерений, выполнять экспресс-обработку данных и выдавать информацию об изменениях геодинамической обстановки и прогнозные оценки в режиме времени, близком к реальному.

**19.7.4 Выбор режима работы геодинамического полигона**

19.7.4.1 Выбор режима функционирования полигона в соответствии с приложением Д должен быть выполнен на основе анализа данных геодинамического мониторинга или предварительного обследования ТПС (на начальном этапе работы полигона).

19.7.4.2 Решение об изменении режима работы полигона принимает руководство эксплуатирующей организации в случае установленного резкого изменения (снижения либо увеличения) геодинамической активности.

19.7.4.3 При выборе режима должны быть учтены состояние ГТС и продолжительность его эксплуатации. Если установлено, что сооружение (возможно, по не связанным с геодинамическими процессами причинам) находится в неисправном либо неработоспособном состоянии, то режим работы полигона в обязательном порядке должен быть изменен вне зависимости от наблюдаемой геодинамической обстановки.

19.7.4.4 После сейсмического сотрясения на площадке ГТС интенсивностью 5 баллов и более должен быть выполнен дополнительный цикл режимных наблюдений.

**19.7.5 Требования к качеству функционирования геодинамического полигона**

19.7.5.1 Получение достоверных данных о состоянии ТПС и обоснованное решение задач геодинамического мониторинга обеспечивается надежным, безотказным функционированием измерительной и информационно-коммуникационной систем полигона.

19.7.5.2 Качество измерительной и информационно-коммуникационной систем полигона должно обеспечиваться применением прошедших выходной (на предприятии-изготовителе) и входной (при установке и монтаже на полигоне) контроль измерительных приборов, регистрирующей аппаратуры, кабельных линий и иных устройств, обеспечивающих внутреннюю и внешнюю связь. Для поддержания систем в работоспособном состоянии должны быть заключены договоры на сервисное обслуживание приборов, аппаратуры и вычислительной техники с соответствующими специализированными организациями.

19.7.5.3 В соответствии с [9] на полигоне должен составляться и ежегодно актуализироваться список средств измерений групп А и Б (по официальной классификации средств измерений).

Ежегодную поверку средств измерений группы А должны выполнять уполномоченные органы метрологической службы, с которыми следует заключить договоры на обслуживание средств измерений.

Калибровка средств измерений группы Б должна выполняться силами специализированной метрологической лаборатории (группы), входящей в структуру полигона.

При калибровке в качестве эталонных должны использоваться средства измерений группы А, прошедшие государственную поверку.

**19.7.6 Подтверждение соответствия**

19.7.6.1 Проектирование, строительство, производство материалов, конструкций, изготовление аппаратуры и оборудования, монтаж и наладку при создании системы геодинамического мониторинга — геодинамического полигона должны осуществлять организации, в т. ч. специализированные, имеющие соответствующие документы, установленные законодательством Российской Федерации, на право проведения инженерных изысканий для строительства зданий и сооружений, проектирование зданий и сооружений,

строительство зданий и сооружений, изготовление аппаратуры и оборудования, монтаж и наладку, а также опыт работы по созданию геодинамических полигонов.

19.7.6.2 Подтверждение соответствия при создании геодинамического полигона должно осуществляться на каждом этапе создания продукции при:

- разработке проекта полигона;
- строительстве полигона;
- изготовлении оборудования и его приемке;
- монтаже и наладке оборудования;
- сдаче полигона в эксплуатацию.

На этапе разработки проекта для подтверждения соответствия должны быть выполнены:

- экспертиза проекта полигона, осуществляемая в соответствии с [10] уполномоченными органами государственной власти;
- проверка конструкторской и строительной документации на соответствие техническому заданию на разработку и установленным требованиям на каждый вид аппаратуры, оборудования и сооружения.

На этапе строительства полигона территориальными органами государственного строительного надзора, службами контроля качества заказчика и подрядчиков для подтверждения соответствия должны быть проверены:

- качество подготовительных работ;
- качество поступающих на строительство материалов и готовых конструкций;
- качество выполнения всех видов строительных и монтажных работ по каждому элементу и этапу их выполнения;
- оценка качества полигона или его очереди, законченных строительством, перед сдачей в эксплуатацию.

На этапе изготовления аппаратуры, оборудования и их приемки службами контроля предприятий-изготовителей для подтверждения соответствия должны быть проведены:

- контроль материалов и технологии изготовления продукции на каждом этапе в соответствии с технологическими требованиями предприятия-изготовителя;
- контроль соответствия изготовленной продукции установленным требованиям предприятия-изготовителя с ведением соответствующей документации.

Службой контроля качества заказчика должны быть выполнены контроль и тестовые испытания совместно с предприятием-изготовителем смонтированной аппаратуры или оборудования, регламентированные техническими требованиями.

19.7.6.3 При сдаче геодинамического полигона в эксплуатацию приемочной комиссией должны быть представлены документы, позволяющие выполнить комплексную оценку соответствия полигона установленным техническим, экологическим требованиям и требованиям безопасности.

**19.7.7 Ввод геодинамического полигона в эксплуатацию**

19.7.7.1 Для приемки строительных и монтажных работ по полигону, измерительных систем и приборов допускается создание специализированных приемочных комиссий, на которые возлагается подготовка соответствующих актов приемки от подрядных организаций выполненных работ и объектов.

Руководителем заказчика должен быть утвержден акт приемочной комиссии и выпущено распоряжение о вводе полигона в опытную эксплуатацию.

19.7.7.2 Приемка геодинамического полигона в постоянную эксплуатацию может быть осуществлена после окончания всех строительных и монтажных работ, а также после завершения периода опытной эксплуатации.

Приемка должна быть проведена эксплуатирующей организацией — заказчиком, создающим для этого приемочную комиссию. В состав приемочной комиссии по согласованию могут быть включены представители государственных надзорных органов, а также представитель государственной сейсмологической службы.

19.7.7.3 Приемку в эксплуатацию следует осуществлять путем проверки документации, внешнего осмотра объекта и ознакомления с результатами опытной эксплуатации.

Проверке подлежит следующая документация:

- заключение государственной экспертизы проекта;
- акты приемки строительных, монтажных работ;
- техническая документация на аппаратуру, оборудование, материалы и комплектующие, предусмотренная договором на поставку;

- протоколы испытаний измерительных датчиков, регистрирующей аппаратуры и вычислительной техники;

- отчет о результатах опытной эксплуатации полигона.

Приемочная комиссия должна оценить качество реализации проекта полигона, включая:

- качество измерительных, регистрирующих приборов и измерительной системы в целом;

- качество информационно-коммуникационной системы в целом и ее отдельных элементов;

- качество метрологического обеспечения;

- квалификацию руководящего и производственного персонала.

19.7.7.4 Разрешение на постоянную эксплуатацию геодинамического полигона должен предоставить орган, выдавший разрешение на его строительство, после чего эксплуатирующая организация должна издать распоряжение (приказ) о вводе полигона в эксплуатацию.

**19.7.8 Ликвидация геодинамического полигона**

Геодинамический мониторинг должен проводиться в течение всего срока существования ГТС.

Ликвидация геодинамического полигона выполняется одновременно с ликвидацией гидротехнического сооружения.

**Приложение А**
**(обязательное)**

## Классы гидротехнических сооружений

Таблица А.1 — Класс основных ГТС в зависимости от их высоты и типа грунтов оснований

| Сооружения | Тип грунтов основания | Высота сооружений, м | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Класс I | Класс II | Класс III | Класс IV |
| 1 Плотины из грунтовых материалов | А<br>Б<br>В | Более 80<br>Более 65<br>Более 50 | От 50 до 80<br>От 35 до 65<br>От 25 до 50 | От 20 до 50<br>От 15 до 35<br>От 15 до 25 | Менее 20<br>Менее 15<br>Менее 15 |
| 2 Плотины бетонные, железобетонные; подводные конструкции зданий ГЭС; судоходные шлюзы; судоподъемники и др. сооружения, участвующие в создании напорного фронта | А<br>Б<br>В | Более 100<br>Более 50<br>Более 25 | От 60 до 100<br>От 25 до 50<br>От 20 до 25 | От 25 до 60<br>От 10 до 25<br>От 10 до 20 | Менее 25<br>Менее 10<br>Менее 10 |
| 3 Подпорные стены | А<br>Б<br>В | Более 40<br>Более 30<br>Более 25 | От 25 до 40<br>От 20 до 30<br>От 18 до 25 | От 15 до 25<br>От 12 до 20<br>От 10 до 18 | Менее 15<br>Менее 12<br>Менее 10 |
| Примечания<br>1 Грунты: А — скальные; Б — песчаные, крупнообломочные и глинистые в твердом и полутвердом состояниях; В — глинистые водонасыщенные в пластичном состоянии.<br>2 Высоту ГТС и оценку его основания следует принимать по данным проекта. | | | | | |

Таблица А.2 — Класс основных ГТС в зависимости от их социально-экономической ответственности и условий эксплуатации

| Объекты гидротехнического строительства | Класс сооружений |
|---|---|
| 1 Подпорные сооружения гидроузлов при объеме водохранилища, млн $м^3$: | |
| Св. 1000 | I |
| От 200 до 1000 | II |
| От 50 до 200 | III |
| 50 и менее | IV |
| 2 ГТС ГЭС и ГАЭС установленной мощностью, МВт: | |
| Св. 1000 | I |
| От 300 до 1000 | II |
| От 10 до 300 | III |
| 10 и менее | IV |
| 3 ГТС и судоходные каналы на внутренних водных путях: | |
| сверхмагистральных | II |
| магистральных и местного значения | III |
| 4 Строительные и подъемно-спусковые сооружения для судов со спусковой массой, тыс. т: | |
| Св. 30 | I |
| От 3,5 до 30 | II |
| 3,5 и менее | III |
| 5 Стационарные ГТС средств навигационного оборудования | I |

Таблица А.3 — Класс защитных сооружений

| Защищаемые территории и объекты | Максимальный расчетный напор, м, на водоподпорное сооружение при классе защитного сооружения | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV |
| 1 Селитебные территории (населенные пункты) с плотностью жилого фонда на территории возможного частичного или полного разрушения при аварии на водоподпорном сооружении, $м^2$ на 1 га: | | | | |
| Св. 2500 | Св. 5 | До 5 | До 3 | — |
| От 2100 до 2500 | » 8 | » 8 | » 5 | До 2 |
| От 1800 до 2100 | » 10 | » 10 | » 8 | » 5 |
| Менее 1800 | » 15 | » 15 | » 10 | » 8 |
| 2 Объекты оздоровительно-рекреационного и санитарного назначения (не подпадающие под категорию 1 настоящей таблицы) | — | Св. 15 | До 15 | До 10 |
| 3 Предприятия и организации с суммарным годовым объемом производства и/или стоимостью единовременно хранящейся продукции, млн МРОТ: | | | | |
| Св. 50 | Св. 5 | До 3 | До 2 | — |
| От 10 до 50 | » 8 | » 5 | » 3 | До 2 |
| Менее 10 | » 8 | » 8 | » 5 | » 3 |
| 4 Памятники культуры и природы | Св. 3 | До 3 | — | — |

**Приложение Б**
**(рекомендуемое)**

## Определение критериальных значений состояния гидротехнических сооружений

Таблица Б.1 — Методы определения критериальных значений $К_1$ и $К_2$ показателей состояния ГТС

| Наименование показателя | Рекомендуемые методы расчетов и исследований для определения критериальных значений $К_1$ и $К_2$ показателей состояния ГТС |
|---|---|
| Отметки депрессионной поверхности фильтрационного потока в теле грунтовых сооружений и береговых примыканиях | Аналитические методы (метод исследования напорной и безнапорной фильтрации, метод фрагментов) и графический — для определения критериальных значений пьезометрических напоров, фильтрационных расходов.<br>Численные методы, метод ЭГДА — для определения критериальных значений основных показателей фильтрационного режима (уровни, пьезометрические напоры, фильтрационные расходы).<br>На стадии эксплуатации критериальные значения $К_1$ и $К_2$ уточняются поверочными расчетами, в т. ч. на основе использования прогнозных статистических моделей |
| Пьезометрические напоры в теле сооружений, основании и береговых примыканиях | |
| Градиенты напора в теле сооружений, основании и береговых примыканиях | |
| Фильтрационные расходы в теле сооружений, основании и береговых примыканиях | |
| Избыточное поровое давление и интенсивность его рассеивания в водоупорных элементах плотин из грунтовых материалов | Расчеты напряженно-деформированного состояния плотин из грунтовых материалов и их конструктивных элементов с учетом консолидации водоупорных элементов плотин из грунтовых материалов |
| Вертикальные перемещения (осадки) гидросооружений и их оснований | Детерминистические расчеты прочности и устойчивости бетонных гидросооружений и сооружений из грунтовых материалов (численные методы механики сплошной среды, теории упругости, пластичности, ползучести).<br>На стадии эксплуатации критериальные значения показателей состояния ГТС уточняются поверочными расчетами по откалиброванным на основе данных натурных наблюдений детерминистическим математическим моделям, а также на основе прогнозных статистических (регрессионных) моделей |
| Горизонтальные перемещения гидросооружений и их оснований | |
| Напряжения в теле сооружений и их основаниях, контактные напряжения | |
| Углы поворота характерных сечений бетонных и железобетонных сооружений | |
| Раскрытие трещин и межблочных швов | Инженерные методы, регламентированные действующими строительными правилами (вторая группа предельных состояний).<br>Численные методы расчета НДС с учетом образования и раскрытия трещин.<br>На стадии эксплуатации для контроля состояния ГТС используются критериальные значения показателей, определенные на стадии проекта |
| Глубина распространения трещины по контакту бетонной плотины со скальным основанием | Расчет НДС системы плотина-основание методами теории упругости с учетом раскрытия шва по контакту, определение предельной глубины распространения трещины по контакту бетонной плотины со скальным основанием из условия обеспечения прочности сооружения и основания.<br>На стадии эксплуатации — использование прогнозных математических моделей (аппроксимация, регрессионная модель) |
| Взаимное смещение секций по швам бетонных и железобетонных сооружений | Определение допустимого взаимного смещения секций по швам относительно друг друга из условия сохранения герметичности шпонок.<br>На стадии эксплуатации — использование статистических моделей |

*Окончание таблицы Б.1*

| Наименование показателя | Рекомендуемые методы расчетов и исследований для определения критериальных значений $K_1$ и $K_2$ показателей состояния ГТС |
|---|---|
| Температура и температурный градиент в теле сооружения и в приконтактной зоне основания (для сооружений, возводимых в северной климатической зоне) | Расчеты термонапряженного состояния плотин и их оснований численными методами.<br>На стадии эксплуатации критериальные значения показателя уточняются расчетом с учетом реального температурного режима окружающей среды |
| Температура фильтрующей воды в теле грунтовых сооружений | Численные методы теории теплопроводности. На стадии эксплуатации — использование статистических моделей |
| Глубина размыва дна отводящего канала ниже рисбермы | Определение глубины размыва — расчетом по эмпирическим зависимостям (из условия допустимой неразмывающей скорости потока) и удельного расхода или на основе исследований гидравлической модели.<br>Критериальные значения глубины размыва дна отводящего канала ниже рисбермы на стадии эксплуатации принимаются равными значениям, определенным на стадии проекта |
| Линейный размер и площадь зоны нарушения контакта плит крепления откосов плотин из грунтовых материалов | Расчет прочности плит крепления откосов плотин из грунтовых материалов для различных условий их опирания |
| Параметры сейсмических колебаний основания и динамической реакции сооружений | Расчет численными методами динамической теории сейсмостойкости |

**Приложение В**
**(рекомендуемое)**

## Состав основных средств систем мониторинга гидротехнических сооружений

Таблица В.1 — Состав основных технических и программных средств систем мониторинга гидротехнических сооружений

| Технические и программные средства мониторинга | Класс сооружения | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I | II | III | IV |
| 1 Системы мониторинга | + | + | + | * |
| 1.1 Правила (инструкция) мониторинга ГТС | + | + | + | * |
| 1.2 Средства инструментальных наблюдений | + | + | + | * |
| 1.3 Компьютерные средства | + | + | + | * |
| 2 Средства инструментальных наблюдений | + | + | + | * |
| 2.1 Дистанционная контрольно-измерительная аппаратура, совместимая с автоматизированными информационно-измерительными диагностическими системами | + | + | * | * |
| 2.2 Средства геодезического контроля, пьезометры, мерные водосливы, средства химического анализа и др. измерительные устройства, требующие участия человека в процессе измерений | + | + | + | * |
| 2.3 Переносные средства измерения, дефектоскопы, средства акустического, электрометрического и радиолокационного зондирования, тепловизоры и др. средства измерения и индикации, используемые при инспекционных обследованиях | + | + | * | * |
| 3 Выносные модули и автономные терминалы автоматизированных информационно-измерительных систем, обеспечивающие автоматизированный сбор информации о состоянии ГТС | + | * | * | * |
| 4 Компьютерные программные средства | + | + | * | * |
| 4.1 Программное обеспечение автоматизированного ввода данных измерений | + | * | * | * |
| 4.2 Программное обеспечение первичной обработки данных измерений | + | + | * | * |
| 4.3 Программное обеспечение формализации отчетных материалов и графического оформления результатов измерений и анализа данных наблюдений | + | + | * | * |
| 5 Информационное обеспечение базы данных (БД) | + | + | * | * |
| 5.1 Информация о сооружениях гидроузла (текстовая, графическая, табличная) | + | + | * | * |
| 5.2 Инструкция о составе наблюдений, установленной КИА и системе мониторинга ГТС | + | + | * | * |
| 5.3 Данные наблюдений и результаты их первичной обработки | + | + | * | * |
| 5.4 Данные диагностики и прогноза состояния сооружений | + | + | * | * |
| 5.5 Результаты анализа риска аварии (уровня безопасности) | + | + | * | * |
| 6 Интерфейс пользователя информации БД | + | + | * | * |
| 6.1 Ввод, редактирование, корректировка информации БД | + | + | * | * |
| 6.2 Просмотр результатов измерений | + | + | * | * |
| 6.3 Представление отображенной информации | + | + | * | * |
| 6.4 Диагностирование состояния сооружения | + | + | * | * |
| 6.5 Создание отчетных материалов | + | + | * | * |
| 7 Программные средства диагностирования | + | + | * | * |
| 7.1 Регрессионный анализ результатов наблюдений | + | * | * | * |
| 7.2 Детерминистические модели работы сооружений | + | * | * | * |
| 7.3 Оценка риска аварии (уровня безопасности) | + | + | * | * |
| Примечание — Знак «+» — обязательное требование, знак «*» — рекомендованное требование. | | | | |

**Приложение Г**
**(рекомендуемое)**

## Формы таблиц представления результатов экспресс-анализа технического состояния гидротехнического сооружения

В настоящем приложении представлены формы таблиц для представления результатов экспресс-анализа технического состояния ГТС по данным инструментальных (Ф.1) и визуальных (Ф.2) наблюдений количественных и качественных диагностических показателей.

Г.1 Форма (Ф.1) таблицы представления результатов экспресс-анализа технического состояния ГТС по данным инструментальных наблюдений

УТВЕРЖДАЮ
Технический руководитель
(название) ГЭС

_____
подпись, Ф. И. О.
«___» _____ 20___ г.

**Экспресс-анализ технического состояния (наименование ГТС) по данным инструментальных наблюдений на «___» _____ 20___ г.**

| Контролируемые количественные диагностические показатели состояния | Элемент и место контроля | Критериальные значения диагностических показателей | | Измеренные (вычисленные) значения диагностических показателей | Оценка превышения измеренных (вычисленных) показателей критериев $K_1$ ($K_2$) | Оценка технического состояния сооружения | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $K_1$ | $K_2$ | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | | | | | | | |

Ответственный исполнитель (должность): _____
(подпись, Ф. И. О.)

Г.2 Форма (Ф.2) таблицы представления результатов экспресс-анализа технического состояния ГТС по данным визуальных наблюдений

**Экспресс-анализ технического состояния (наименование ГТС) по данным визуальных наблюдений на «____» _____20____ г.**

| Элемент и место контроля | Диагностические показатели и их критерии | | | Фактические показатели (признаки) состояния сооружения | Оценка технического состояния сооружения | Примечание |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Показатели (признаки) исправного состояния сооружения | Показатели (признаки) перехода в неисправное состояние ($K_1$) | Показатели (признаки) перехода в предаварийное состояние ($K_2$) | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | | | | | | |

Ответственный исполнитель (должность): _____
(подпись, Ф. И. О.)

**Приложение Д**
**(обязательное)**

## Режимы функционирования геодинамических полигонов

### Д.1 Общие положения

Д.1.1 Режим функционирования геодинамического полигона — это эксплуатация полигона с соблюдением установленного регламента, принятых правил и процедур.

Режим определяется следующими основными параметрами:

- состав и количество контролируемых (измеряемых и диагностических) показателей;
- полнота задействованности основной (стационарной) измерительной сети;
- привлечение дополнительных (мобильных) наблюдательных средств;
- периодичность наблюдений, т. е. частота опроса измерительных датчиков и регистрирующих устройств;
- порядок сбора, передачи, накопления и обработки информации.

При выборе режима функционирования геодинамического полигона следует учитывать:

- геодинамическую обстановку в районе расположения гидротехнического сооружения, которая определяется воздействием различных природных и техногенных факторов;
- возраст гидротехнического сооружения, т. е. время, прошедшее с момента ввода в эксплуатацию.

Д.1.2 При оценке текущей геодинамической обстановки следует учитывать влияние эндогенных, преимущественно тектонических, и экзогенных процессов и явлений, климатических факторов, а также техногенные влияния, связанные с эксплуатацией самого гидротехнического сооружения и процессами взаимодействия в системе сооружение-основание.

В эксплуатационном (жизненном) цикле гидротехнического сооружения выделяют следующие стадии:

- начало эксплуатации (постановка объекта под расчетные эксплуатационные нагрузки);
- нормальную эксплуатацию (эксплуатацию в проектном режиме);
- эксплуатацию в период старения, который обычно наступает через 25-30 лет после ввода объекта в эксплуатацию (для этого периода типично увеличение частоты повреждений);
- консервация, т. е. вывод объекта из эксплуатации.

### Д.2 Основные режимы функционирования

Д.2.1 Для обеспечения оптимального решения задач геодинамического мониторинга гидротехнических сооружений в меняющейся геодинамической обстановке и на различных стадиях эксплуатации определены следующие режимы функционирования геодинамических полигонов:

- нормальный режим;
- режим повышенной готовности (опасности);
- режим чрезвычайной ситуации.

Д.2.2 Нормальный режим функционирования геодинамического полигона реализуется при фоновой (обычной для участка размещения гидротехнического сооружения) геодинамической обстановке и в проектных условиях эксплуатации гидротехнического сооружения.

Следует учитывать, что степень соответствия геодинамической обстановки на участке нормальным, фоновым условиям может быть объективно оценена лишь после окончания периода опытной эксплуатации полигона. В начальный период эксплуатации полигона оценки геодинамической обстановки носят условный характер. Кроме того следует учитывать, что в различных регионах и даже для разных гидротехнических сооружений, расположенных в одном регионе, фоновый уровень геодинамической активности может отличаться.

Д.2.3 Функционирование геодинамического полигона в режиме повышенной опасности (готовности) осуществляется в периоды активизации геодинамических процессов и при подготовке к резким изменениям технологического режима эксплуатации гидротехнических сооружений. Для сооружений, находящихся в стадии старения, перевод функционирования полигонов в режим повышенной готовности следует выполнять при первых признаках повышения геодинамической активности.

Д.2.4 Чрезвычайный режим функционирования геодинамического полигона действует в условиях реальной возможности возникновения опасного геодинамического явления, сразу после неожиданного опасного геодинамического явления и при обнаружении на гидротехническом сооружении (сооружениях) локальных разрушений, генетически не связанных с геодинамическими процессами, но представляющих реальную угрозу для его безопасной эксплуатации.

### Д.3 Регламенты функционирования геодинамических полигонов в различных режимах

Функционирование геодинамического полигона в различных режимах имеет свои характерные особенности, которые связаны в большей мере с отличающимися требованиями к оперативности сбора, анализа и передачи информации, подготовки заключений и предложений и в меньшей степени с составом полученной информации. Вместе с тем требования к качеству исходной информации остаются постоянными и высокими при работе полигона в любом режиме.

**Д.3.1 Нормальный режим функционирования**

Наблюдения ведутся на стационарной сети, применяются стабильные методики. Выполняется регулярный контроль за состоянием первичных измерительных датчиков и регистрирующей аппаратуры, в случае необходимости выполняется их замена и ремонт. Частота опроса может значительно различаться для разных видов наблюдений, но остается постоянной.

Полученная информация полностью хранится в электронном виде, однако наиболее содержательные данные, как и результаты первичной обработки, переводятся на твердую копию. Первичная обработка данных наблюдений, ведущихся в дискретном режиме, выполняется непосредственно после окончания цикла измерений, а данных наблюдений, ведущихся в непрерывном режиме, — немедленно после получения новой порции информации.

**Д.3.2 Режим повышенной опасности (готовности)**

При функционировании полигона в этом режиме изменяется периодичность измерений (повышается частота опроса датчиков). Обработка полученной информации осуществляется в режиме времени, близком к реальному. В первую очередь выполняется обработка и анализ данных тех видов наблюдений, которые показали аномальные, прогностические изменения. Оперативно выполняется совместный комплексный анализ данных разномасштабных измерений, нацеленный на локализацию места и оценку величины прогнозируемого опасного явления.

Для повышения скорости обработки данных и информативности получаемых результатов допускается временное упрощение методик обработки и сокращение количества анализируемых параметров.

Функционирование полигона в режиме повышенной готовности должно обеспечить получение обоснованных ответов на вопросы, произойдет или нет прогнозируемое опасное геодинамическое явление, а если произойдет, то каким будет ожидаемый масштаб повреждений и разрушений, какими будут его возможные последствия, не перейдет ли гидротехническое сооружение в неработоспособное или аварийное состояние.

**Д.3.3 Чрезвычайный режим**

При функционировании в чрезвычайном режиме осуществляется постоянный оперативный контроль за ходом геодинамических, включая сейсмические, процессов.

Существуют два варианта регламента чрезвычайного режима.

Первый вариант регламента действует в том случае, если режим объявлен до катастрофического динамического явления, если зарегистрированы его надежные предвестники. В этом случае наблюдения ведутся по стандартной (или упрощенной) методике на стационарной сети, но частота опроса для дискретных наблюдений повышается до одного раза в сутки (или одного раза в двое-трое суток). В режиме времени, близком к реальному, выполняется экспресс-обработка получаемой информации и готовятся заключения о геодинамической обстановке, а также предложения по подготовке необходимых мероприятий для снижения ущерба от прогнозируемого геодинамического явления.

Второй вариант регламента действует в том случае, если режим объявлен после того, как катастрофическое событие произошло. В этом случае первоочередной задачей является проверка состояния измерительной и информационно-коммуникационной систем геодинамического полигона. В случае существенных повреждений измерительной сети выполняются ремонтные работы, которые можно выполнить при минимальных трудозатратах и в короткие сроки. Если проведение ремонта нереально, то на наиболее критичных участках (в областях разрушений и повреждений, эпицентральных зонах локальных землетрясений) организуются дополнительные наблюдения с помощью мобильных измерительных установок. Одновременно выполняется восстановление внутренних и внешних линий связи. Повышенная частота опроса сохраняется после катастрофического события до инструментально зафиксированного затухания геодинамической активности. В этот период исследуется ход процессов разрушения в отдельных зонах основания и сооружения, контролируется состояние потенциально опасных участков, выдаются рекомендации по проведению неотложных инженерных мероприятий.

После нормализации геодинамической обстановки выполняется полное обследование техноприродной системы. По результатам обследования выдаются рекомендации по неотложным инженерным мероприятиям, направленным на устранение последствий геодинамического явления, и по корректировке режима эксплуатации гидротехнического сооружения, принимаются решения о совершенствовании измерительной и информационно-коммуникационной систем геодинамического полигона.

**Д.4 Порядок выбора или изменения режима функционирования полигона**

Д.4.1 Порядок выбора или изменения режима функционирования геодинамического полигона определен для принятого в эксплуатацию геодинамического полигона.

Выбор режима функционирования базируется на оперативном анализе получаемой информации и осуществляется с учетом режима эксплуатации гидротехнического сооружения. Основанием для смены режима являются объективно зафиксированные изменения измеряемых параметров и диагностических показателей, характеризующих геодинамическую обстановку и(или) состояние гидротехнического сооружения, а также изменения режима его эксплуатации.

Д.4.2 Возвращение к нормальному режиму функционирования полигона из режима повышенной опасности (готовности) производится на основании заключения об инструментально зафиксированном затухании геоди-

намической активности, после того, как будет зафиксировано, что наблюдаемые параметры вернулись к своим фоновым значениям.

Д.4.3 Возвращение от чрезвычайного режима к режиму повышенной опасности происходит после затухания интенсивности более слабых динамических явлений, сопровождающих опасное явление.

Д.4.4 Переход от нормального режима функционирования к режиму повышенной опасности (готовности) осуществляется на основании оперативного анализа наблюдательных данных, в ходе которого формально выделены аномальные отклонения наблюдаемых параметров от их фоновых (средних) значений. В тех случаях, когда фиксируются подобные аномальные значения двух-трех независимых параметров, свидетельствующих об активизации геодинамических процессов, либо изменениях состояния основных сооружений, принимается решение об изменении режима функционирования полигона. Если установлено, что сооружение находится в неисправном или неработоспособном состоянии или эксплуатируется в особых сочетаниях нагрузок, то геодинамический полигон в обязательном порядке переводится в режим повышенной опасности (готовности).

Д.4.5 Переход от режима повышенной опасности к чрезвычайному режиму функционирования осуществляется при наличии краткосрочных предвестников катастрофического геодинамического явления или непосредственно при наступлении катастрофического явления, а также при возникновении на объекте потенциально опасных локальных разрушений.

## Библиография


[1] СП 58.13330.2012 Свод правил. Гидротехнические сооружения. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 33-01—2003

[2] Федеральный закон от 21 июля 1997 г. № 117-ФЗ «О безопасности гидротехнических сооружений»

[3] СП 39.13330.2012. Свод правил. Плотины из грунтовых материалов. Актуализированная редакция СНиП 2.06.05—84*

[4] СП 40.13330.2012. Свод правил. Плотины бетонные и железобетонные. Актуализированная редакция СНиП 2.06.06—85

[5] СП 23.13330.2011. Свод правил. Основания гидротехнических сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.02—85

[6] Федеральный закон от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»

[7] РД 03-259—98 (Утвержден Госгортехнадзором России 12.01.1998, постановление № 2) Инструкция о порядке ведения мониторинга безопасности гидротехнических сооружений предприятий, организаций, подконтрольных органам Госгортехнадзора России

[8] Положение о федеральной системе сейсмологических наблюдений и прогноза землетрясений (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 25.12.1993 № 1346)

[9] Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»

[10] Градостроительный кодекс Российской Федерации

УДК 626/627:006.86 ОКС 93.160 ОКП 58 5200

Ключевые слова: сооружение ГЭС гидротехнические, техническое состояние, мониторинг, организация и проведение, технические требования, нормы

Редактор *Г. В. Зотова*
Технический редактор *В. Н. Прусакова*
Корректор *С. И. Фирсова*
Компьютерная верстка *А. П. Финогеновой*

Сдано в набор 02.03.2015. Подписано в печать 30.06.2015. Формат $60\times84^{1}/_{8}$. Гарнитура Ариал.
Усл. печ. л. 6,04. Уч.-изд. л. 4,95. Тираж 41 экз. Зак. 2260.

Издано и отпечатано во ФГУП «СТАНДАРТИНФОРМ», 123995 Москва, Гранатный пер., 4.
gost.e-ecolog.ru gost.e-ecolog.ru
Набрано в Калужской типографии стандартов.

gost.e-ecolog.ru